

昭和の宇宙に咲くCS「さくら」の開発から学んだこと 環太平洋火山帯の国と地域における衛星通信-1-

磯 彰夫

Space Japan Review:長野県木曽郡木曽町・王滝村と岐阜県下呂市・高山市にまたがり、飛騨山脈の東に位置し、古くから信仰の山として信者の畏敬を集めてきた御嶽山が 2014 年 9 月 27 日 11 時53分頃、噴火しました。火山噴火・災害報道例等を参考に、負傷者や下山できなかった人々に対する、自衛隊、災害派遣医療チーム(DMAT: Disaster Medical Assistance Team)、長野県警及び各自治体警察・消防などの捜索・救助活動事例を紹介してください。

磯彰夫氏: 捜索・救助活動の対象地域となった御嶽山登山道周辺の概略地図例を図1に示します(出典1)、(出典2)、(出典3)。



図1 捜索・救助活動の対象地域となった御嶽山登山道周辺の概略地図例

標高 3,061m、北緯 35.892 度、東経 137.480 度の剣ヶ峰から南西(方位角 223 度)に向かい 307m の北緯 35.890 度、東経 137.711 度に噴火口(標高 2, 898m)、及び標高 2,921m、北緯 35.888 度、東経 137.482 度の王滝奥の院から西(方位角 276.5 度)に向かい 122m の北緯 35.888 度、東経 137.481 度に噴気孔(標高 2, 880m)があります(出典4)、(出典5)。御嶽山噴火災害対策本部が置かれた長野県庁、自衛隊、DMAT、東京消防庁、長野県警及び名古屋市消防局等による捜索・救助活動記録写真例を図A2 に示します(出典

6)、(出典 7)、(出典 8)、(出典 9)、(出典 10)、(出典 11)、(出典 12)、(出典 13)、(出典 14)、(出典 15)、(出典 16)、(出典 17)。



(a)長野県庁(災害対策本部)、(b)自衛隊(UH-60 情報収集)、(c)自衛隊(OH-6 情報収集)



(d) 自衛隊(UH-1 可視光、赤外映像)、(e)DMAT 、(f) 自衛隊(UH-60JA ホイスト吊り上げ)



(g) 東京消防庁(急斜面搬送) (h)自衛隊(CH-47 が 30 名輸送) (i)長野県警(ガス検知器使用)



(j)長野県警(金属探知機使用) (k) 長野県警(崖下捜索) (l)名古屋市消防局と噴石で穴が開いた屋根

図 2 自衛隊、DMAT、東京消防庁、長野県警及び名古屋市消防局等の捜索・救助活動記録写真例

捜索・救助活動地域が、標高三千メートル級の御嶽山頂上の登山道周辺であるため、自衛隊の UH-60JA 多用途ヘリコプター、OH-6D 観測ヘリコプター、UH-1J 多用途ヘリコプター、CH-47J 大型輸送用ヘリコプターが捜索・救助活動における主要な役割を果たしました。

A1の出典:

(出典 1) <http://www.mtontake.jp/tozan0.htm>

(出典 2)

<https://www.google.com/maps/place/%E6%97%A5%E6%9C%AC,+%E9%95%B7%E9%87%8E%E7%9C%8C%E6%9C%A8%E6%9B%BD%E9%83%A1%E7%8E%8B%E6%BB%9D%E6%9D%91%E7%BC%88%E3%81%9D%E3%81%AE%E4%BB%96%E7%BC%89+%E5%BE%A1%E5%B6%BD%E5%B1%B1/@35.8750542,137.4808502,8395a,60y,63.44t/data=!3m5!1e4!3m3!1s0x601d2b70b2b07a43:0xda8304d846a980b7!2e0!3e18!4m2!3m1!1s0x601d2c83278bbb09:0xd58dc895ddd21105?hl=ja-JP>

(出典3) 御嶽山 (長野県)、

[http://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%BE%A1%E5%B6%BD%E5%B1%B1_\(%E9%95%B7%E9%87%8E%E7%9C%8C\)](http://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%BE%A1%E5%B6%BD%E5%B1%B1_(%E9%95%B7%E9%87%8E%E7%9C%8C))

(出典4) 地理院地図 (電子国土 Web)、

<http://portal.cyberjapan.jp/site/mapuse4/?z=5#z=5&zoom=6&lat=36.0307&lon=140.3521&layers=BTTT>

(出典5) 距離と方位角の計算、<http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/surveycalc/bl2stf.html>

(出典6) 写真で見る「御嶽山噴火災害における救助活動状況」、

<http://www.pref.nagano.lg.jp/bosai/kensei/koho/kensei-photo/ontakephoto.html>

(出典7) 長野県、<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%95%B7%E9%87%8E%E7%9C%8C>

(出典8) UH-60JA、http://detail.chiebukuro.yahoo.co.jp/qa/question_detail/q10136284445

(出典9) OH-8) UH-1J 多用途ヘリコプター、

<http://rightwing.sakura.ne.jp/equipment/jgsdf/aviation/uh-1j/uh1j.html>

(出典10) CH-47、御嶽山噴火災害に係る激励へ(11日)後編、

<http://blog.goo.ne.jp/batils/e/3b11255552992c3e48dd189fe7cdc66b>

(出典11) 9月27日、御嶽山噴火、2014/09/27 に公開 <https://www.youtube.com/watch?v=kD6T4Ji9leM>

(出典12) 9月28日、東京消防庁、御嶽山噴火翌日の救助活動画像公開＝頂上山荘に噴石めり込む

<https://www.youtube.com/watch?v=GJalcZfml8E>

(出典13) 9月28日、御嶽山噴火救助活動続く 2日目 <https://www.youtube.com/watch?v=xrCIkI8Dtd4>

(出典14) 9月29日、御嶽山噴火3日目、<https://www.youtube.com/watch?v=QpmslRO5npM>

(出典15) 9月29日、心肺停止、新たに5人 御嶽山、負傷者拡大、

<https://www.youtube.com/watch?v=mjvtjwsWPpQ>

(出典16) 9月29日、一進一退の救助活動 御嶽山噴火、現場に募る焦り

<https://www.youtube.com/watch?v=G39Gam11Qes>

(出典17) 10月1日、御嶽山噴火5日目 死者、計47人に、

<https://www.youtube.com/watch?v=0D0wXQk3iy8>

火山噴火情報収集及び搜索・救助活動に活躍したヘリコプターはどのようなものでしたか。

火山噴火情報収集及び搜索・救助活動に活躍したヘリコプター諸元例を表1に示します、(出典18)、(出典19)、(出典20)、(出典21)。

表1 火山噴火情報収集及び搜索・救助活動に活躍したヘリコプター諸元例

	諸元例
UH-60JA 多用途ヘリコプター	航空輸送を始めとする各種任務に使用される。赤外線暗視装置 (FLIR: Forward Looking Infra-red)、雷雲などを避ける航法気象レー

	ダー、衛星利用測位システム(GPS)装置、エンジンに異物が混入しないための空気吸入口(エア・インレット)特殊フィルター及び航路を維持させ自機の位置を正確に把握できる慣性航法装置による自動操縦機能等。乗員: 5 名、運用時重量: 9,900kg、実用上昇限度: 約 4,000m (13,500ft)、巡航速度: 約 235km/h、
OH-6D 観測ヘリコプター	暗視ゴーグル対応操縦席、赤外線監視装置、赤外線照射装置、乗員: 1 名(乗客 3 名)、最大離陸重量: 1,200kg、実用上昇限度: 4,450m、巡航速度: 239km/h
UH-1J 多用途ヘリコプター	UH-1J は当初より、一部の機体が暗視ゴーグル対応コックピットで生産され、また、大半の機体は映像伝送装置か赤外線監視装置を搭載。乗員 1-4 名、積載量: 貨物 1,800kg(4,000lbs) 兵員 11 名、上昇限界: 3,840m、巡航速度: 200km/h
CH-47J 大型輸送用ヘリコプター	GPS と IGI(慣性航法装置)、機首に気象レーダー及び FLIR 等を持ち、NVG (Night vision device、暗視装置)対応型のコックピットになっていることから、夜間での作戦能力が向上。近年の海外派遣任務の増加に伴い、CH-47JA 型には、エンジンには砂塵対策用の EAPS 防塵フィルター、自機防御装置(チャフ・フレアディスペンサーおよびミサイル警報装置)、京セラとイスラエルメーカープラサン共同開発の特殊防弾板、衛星電話などを追加したタイプの機体が登場。積載能力: 兵員 30 名、または担架 24 台と衛生兵 2 名。最大離陸重量: 22.68t(50,000lb)、上昇限度: 2,670m(8,760ft)、巡航速度: 260-270km/h

UH-60JA 多用途ヘリコプターの乗員は 5 名、実用上昇限度は 約 4,000m、巡航速度は 約 235km/h です。OH-6D 観測ヘリコプターは、赤外線監視装置を搭載し、乗員は 1 名、乗客は 3 名、実用上昇限度は 4,450m、巡航速度は 239km/h です。UH-1J 多用途ヘリコプターは、大半の機体が映像伝送装置か赤外線監視装置を搭載し、乗員は 1-4 名、兵員は 11 名、上昇限界は 3,840m、巡航速度は 200km/h です。CH-47J 大型輸送用ヘリコプターは、海外派遣任務の増加に伴い、衛星電話などを追加したタイプの機体が登場し、兵員は 30 名(または担架 24 台と衛生兵 2 名)、上昇限度は 2,670m、巡航速度は 260-270km/h です。

CH-47J 大型輸送用ヘリコプターには、海外派遣任務に必要な 1.6/1.5GHz 帯国際移動通信インマルサット衛星通信装置等が搭載されています。UH-1J 多用途ヘリコプター等の映像伝送装置・赤外線監視装置による可視光及び赤外線噴火状況写真例を図3に示します(出典22)。

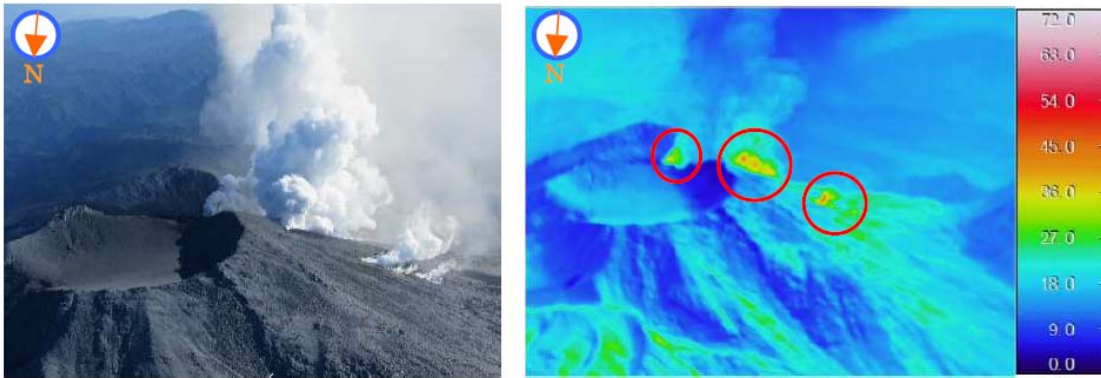


図3噴火状況の可視光及び赤外線写真例

(注1)2014 年9月 28 日 15 時 30 分、陸上自衛隊の協力により標高 3,061m の山頂北側の上空海拔約 3,600mから撮影

(注2)剣ヶ峰の南西側で、活発な噴煙が上がっている主に3ヶ所(右図円内)の高温域を観測。

UH-1J 多用途ヘリコプターの上昇限界高度は 3,840m ですので、噴火周囲環境における、上昇限界高度 3,840m と撮影高度 3,600m との差 240m(=3, 840-3, 600)及び撮影高度 3,600m と山頂高度 3, 067m との高度差 539m(=3,600-3, 061)の飛行条件下で、撮影されました。噴火口付近に約 500m 近づき撮影された可視光及び赤外線画像監視情報は、捜索・救助活動関係者間で、共有され、捜索・救助活動の加速に寄与したものと考えます。

(出典18)UH-60JA 多用途ヘリコプター、

[http://ja.wikipedia.org/wiki/UH-60J_\(%E8%88%AA%E7%A9%BA%E6%A9%9F\)](http://ja.wikipedia.org/wiki/UH-60J_(%E8%88%AA%E7%A9%BA%E6%A9%9F))

(出典19)OH-6D (航空機)、[http://ja.wikipedia.org/wiki/OH-6_\(%E8%88%AA%E7%A9%BA%E6%A9%9F\)](http://ja.wikipedia.org/wiki/OH-6_(%E8%88%AA%E7%A9%BA%E6%A9%9F))

(出典20)UH-1J (航空機)、[http://ja.wikipedia.org/wiki/UH-1_\(%E8%88%AA%E7%A9%BA%E6%A9%9F\)](http://ja.wikipedia.org/wiki/UH-1_(%E8%88%AA%E7%A9%BA%E6%A9%9F))

(出典21)CH-47J (航空機)、[http://ja.wikipedia.org/wiki/CH-47_\(%E8%88%AA%E7%A9%BA%E6%A9%9F\)](http://ja.wikipedia.org/wiki/CH-47_(%E8%88%AA%E7%A9%BA%E6%A9%9F))

(出典22)御嶽山の火山活動解説資料(平成 26 年9月)、

http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/tokyo/14m09/312_14m09.pdf

表1. 火山噴火情報収集及び捜索・救助活動に活躍したヘリコプター諸元例において示されたCH-47J大型輸送用ヘリコプターに関して、「海外任務の増加に伴い、衛星電話などを追加した機体が登場」したことを紹介いただきました。CH-47等のヘリコプター搭載1.6/1.5GHz帯国際衛星通信装置例を紹介してください。

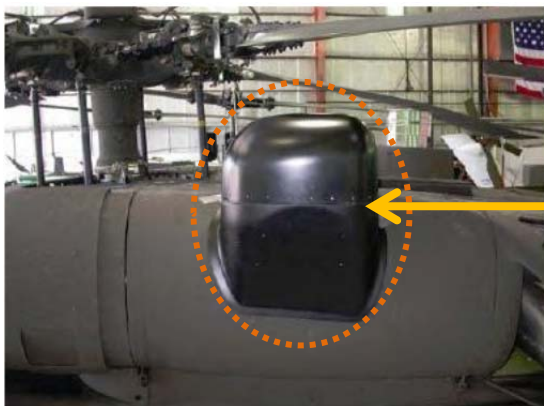
CH-47等ヘリコプターに搭載1.6/1.5GHz衛星通信装置アンテナ外観写真と諸元例を図4に示します(出典23)。



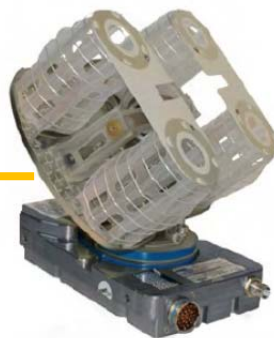
(a) CH-47



(b) UH-60



(c) アンテナ外観例



(d) L帯国際衛星通信装置の諸元例

Operating in Inmarsat Swift 64 I3 Environment

- ・1 x Swift-64 Channel (Voice or Data)
- ・1 x 64kbps (for data rates up to 64 kbps)
- ・ISDN Voice or Data Supported

Operating in Swift Broadband Inmarsat I4 Environment

- ・1 x Swift Broadband Terminals (Voice & Data)
- ・1 x Reduced Cost Voice (AMBE-2) or High Quality Audio (3K1) Voice or ISDN Data
- ・Multiple independent Packet Switched Streaming Data Contexts (8 / 16 / 32 / 64 / 128 / >218kbps)
- ・1 x Background Packet Switched Data Services of up to a max 432 kbps per Terminal (Contented Service)

図4 CH-47 等ヘリコプター搭載 L 帯国際衛星通信装置アンテナ外観写真と諸元例

1.6/1.5GHz帯国際衛星通信装置のデータレートは、8 / 16 / 32 / 64 / 128 / 218(最大)kbps から構成され、1.6/1.5GHz帯国際衛星通信装置当りのデータレートは 432 kbps(最大)です。

(出典23)EMS Aviation : Corporate & Product Overview

[http://www.mvsgt.ru/downloads/Aviatelekom2010/EMS_Aviation_-_Corporate_and_Group_Overview_\(MVS_Aero_Conference\).pdf](http://www.mvsgt.ru/downloads/Aviatelekom2010/EMS_Aviation_-_Corporate_and_Group_Overview_(MVS_Aero_Conference).pdf)

「山頂で携帯電話がつながりにくいのは全国の山に共通の課題」が指摘されています(出典24)。御嶽山頂付近の登山道周辺の地上移動通信不感・衛星移動通信適用領域例を教えてください。

(出典24) <蔵王山頂>登山者に緊急メール届かぬ恐れ

http://www.kahoku.co.jp/tohokunews/201411/20141113_13015.html

御嶽山頂付近の地上移動通信不感・衛星移動通信適用領域例を図5に示します(出典25)、(出典26)、(出典27)、(出典28)、(出典29)。



(a)山頂登山道周辺 (b) 地上移動通信不感・衛星移動通信適用領域

図5 山頂登山道周辺の地上移動通信不感・衛星移動通信適用領域例

御嶽山の四ノ池、五ノ池、三ノ池、サイノ河原、二ノ池及び一の池付近は、地上移動通信不感・衛星移動通信適用領域です。

1.6/1.5GHz帯衛星移動通信に比べてアンテナ等機器の小型・軽量化が期待できる2.6/2.5GHz帯衛星移動通信(出典27)、(出典28)、(出典29)装置を防災・減災用途ヘリコプターに搭載拡充するための普及促進施策と財政措置の加速がもとめられます。そして、日本全土の陸域や海域における火山噴火情報収集及び捜索・救助活動のためのDMAT、消防、警察、海上保安庁及び自衛隊等による統合運用が不可欠です。

(出典25) <http://www.mtontake.jp/tozan0.htm>

(出典26) 東海 サービスエリア、

<http://servicearea.nttdocomo.co.jp/inet/GoRegcorpServlet?rgcd=04&cmcd=LTE2&scale=2500000&lat=35.388028&lot=136.725233>

(出典27) 電波の使用状況に関する補足説明、

<http://www.tele.soumu.go.jp/resource/search/myuse/use/960m.pdf>

(出典28) 技術試験衛星Ⅷ型を用いた移動体衛星通信実験の概要、

http://www.nict.go.jp/publication/shuppan/kihou-journal/houkoku-vol60no1/houkokuvol60no1_01.pdf

(出典29)ワイドスターⅡ衛星移動通信システム・サービスの概要、

https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical_journal/bn/vol18_2/vol18_2_037jp.pdf

アメダスは、降水量、気温、湿度、気圧、風向、風速、日照時間、降雪及び積雪等の気象要素の観測情報を提供しています。御嶽山アメダス(標高 2, 195m、北緯 35 度 52 分、東経 137 度 30 分)気象要素の日変化や自衛隊、DMAT、東京消防庁、長野県警及び名古屋市消防局等の捜索・救助活動はどのように推移したのでしょうか。

御嶽山アメダスの降水量観測情報のみが公表され、御嶽山アメダスの気温、湿度、気圧、風向、風速、日照時間、降雪及び積雪等の気象要素の観測情報は非公表です(出典30)。10 分毎の降水量積算値、長野県、自衛隊、DMAT、東京消防庁、長野県警及び名古屋市消防局等による、捜索・救助活動の推移例を表2に示します(出典31)、(出典32)、(出典33)。

表2 御嶽山アメダスの 10 分毎の降水量積算値、長野県、自衛隊、DMAT、東京消防庁、長野県警及び名古屋市消防局等による捜索・救助活動の推移例

月日時間分 (噴火後経過時間)(注1)、 (注2)	10 分毎 の降水 量積算 値	捜 索 ・ 救助組 織例	捜索・救助活動等
9月27日 14時31分(2. 6 3時間)	0mm	長野県 及び自 衛隊	・長野県知事から陸上自衛隊第13普通科連隊長(松本)に対して災害派遣要請 ・図A1. 2(a)長野県庁(災害対策本部)
9月27日 15時14分(3. 3 5時間)	0mm	自衛隊	・第12ヘリコプター隊(相馬原、北宇都宮)のUH-60×1機が離陸。以降、情報収集活動実施。 ・図A1. 2(b)自衛隊(UH-60 情報収集)
9月27日 15時26分 (3. 51時間)	0mm	自衛隊	・第12ヘリコプター隊(相馬原、北宇都宮)のOH-6×1機が離陸。以降、情報収集活動実施。 ・図A1. 2(c)自衛隊(OH-6 情報収集)
9月27日 15時55分(4. 0 3時間)	0mm	自衛隊	・東部方面航空隊(立川)のUH-1×1機(映像伝送機)が離陸。以降、情報収集活動実施。 ・図A1. 2(d)自衛隊(UH-1 可視光・赤外映像)
9月27日 22時30分 (10.61 時間)	0mm	DMAT 等	・長野をはじめ、新潟や群馬、山梨、埼玉、岐阜、東京など7都県22病院からの28チーム(1チームは医師と看護師各1人を含む5人が基本)が活動。 ・ほとんどはふもとの長野県立木曽病院(御嶽山

			からの直線距離約 20km の地点)を拠点にしたが、一部は山頂から東に5キロ余り離れた「御岳ロープウェイ」待合所に救護所を設けて、けが人を診た。 ・全体を指揮した佐久医療センター(長野県佐久市)救命救急センター医長の佐藤栄一医師(43)は「噴煙が上がり、噴石が飛び続け、有毒ガスや火山灰による悪影響など、どこで活動すれば安全が確保されているのか、という線引きが難しかった」と語った。 ・救助活動体制:28チーム×5人 ・図A1. 2(e)DMAT
9月27日 23時15分 (11.36 時間)	Omm	自衛隊	・第12ヘリコプター隊のOH-6×1機、UH-60×2機、CH-47×1機が松本駐屯地で待機
9月28日 10時17分 (22.40 時間)	Omm	自衛隊等	・第12ヘリコプター隊のUH-60が剣ヶ峰東側の山小屋覚明堂で4名をホイスト吊り上げにより救助。 ・図A1. 2(f)自衛隊(UH-60JA ホイスト吊り上げ)。
9月28日 15時30分 (27.61 時間)			・山頂北側の上空海拔約 3,600mから噴火状況の可視光及び赤外線写真撮影 ・図A2. 1噴火状況の可視光及び赤外線写真例。
9月28日 17時25分 (29.53 時間)	Omm	自衛隊及び消防等	・ホイスト吊り上げ及び接地による救助者23名(一部はUH-60が着陸し救助)。(g)東京消防庁(急斜面搬送)。
9月29日 20時00分 (48.13 時間)	Omm	自衛隊等	・9月29日の心肺停止者の搬送8名。
9月30日14時20分 (74.45 時間)	Omm	自衛隊等	・火山性微動の活発化に伴い、長野県の災害対策本部の決定により、9月30日の全ての捜索・救助活動は中止となったため、自衛隊の救助活動は中止。
10月1日 16時30分 (100時間)	Omm	自衛隊及び県警等	・10月1日から輸送用大型ヘリコプターCH-47を投入。 ・図A1. 2(h)自衛隊(CH-47 が 30 名輸送)。 ・図A1. 2(i)長野県警(ガス検知器使用)

			・救助活動体制:1,005 人 ・10月1日の心肺停止者の搬送35名
10月2日 11時35分 (119時間)	0mm	自衛隊 等	・10月2日降雨予報のため、長野県の災害対策本部の決定により、10月2日の全ての捜索・救助活動は中止。 ・10月2日16:00から降雨 ・救助活動体制:1,058 人
10月3日 04時55分 (137時間)	37. 5mm	自衛隊 等	・降雨のため、長野県の災害対策本部の決定により、10月3日の全ての捜索・救助活動は中止。
10月4日 15時28分 (171時間)	42. 0 mm	自衛隊 及び 県警等	・救助活動体制:931 人。 ・図A1. 2(j)長野県警(金属探知機使用)。 ・4日の心肺停止者の搬送4名。
10月11日 13時55分 (338時間)	151. 5 mm	自衛隊 等	・救助活動体制:1,164 人。 ・図A1. 2(k)長野県警(崖下捜索)。 ・11日の搬送した心肺停止者は1名。
10月12日 17時00分 (365時間)	151. 5 mm	自衛隊 等	・救助活動体制:1,150 人 ・図A1. 2(l)名古屋市消防局が噴石で穴が開いた屋根の上からも捜索。 ・12日の搬送した心肺停止者はなし。

(注1)御嶽山噴火月日時時刻9月27日11時53分を噴火後経過時間の0時間とする。

(注2)黄金72時間(3日間):1995 年 1 月 17 日に発生した阪神・淡路大震災での神戸市消防局の救助活動によると、震災当日に救助された生存者は 486 人で生存率 80.5%、2 日目は、救助された 452 人のうち生存者は 129 人で生存率 28.5%、3 日目は救助された 408 人のうち生存者は 89 人で生存率 21.8%だった。しかし、震災から 4 日(72 時間)が経過すると、生存率は一挙に 5.9%に、5 日目には 5.8%に生存率が激減した(出典34)。

(出典30)御嶽山 2014年1月1日 (1時間ごとの値) 一覧、

http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/hourly_a1.php?prec_no=48&block_no=0416&year=2014&month=01&day=01&view=

(出典31)御嶽山における噴火に係る災害派遣について(20時00分現在)、平成 26 年 10 月 15 日、防衛省、<http://www.mod.go.jp/j/press/news/2014/10/15b.html>

(出典32)自衛隊が御嶽山の捜索活動の動画公開 <https://www.youtube.com/watch?v=AVIRtuXi8SY>

(出典33)御嶽山噴火、けが人の多数が熱風や熱い灰を吸い込んだため、喉などに「気道熱傷」を負っていた <http://www.asahi.com/articles/ASGB166R9GB1UTIL05F.html>

(出典34)黄金の72時間、

<http://www.hazardlab.jp/know/glossary/%E9%BB%84%E9%87%91%E3%81%AE72%E6%99%82%E9%96%93>

阪神・淡路大震災で得られた教訓の一つは生存者救助活動時間目標「黄金72時間(3日間)」でした。御嶽山噴火災害における「生存者救助活動時間目標-黄金の時間-」例と火山噴火防災・減災情報伝達システム例を提案してください。

今回の御嶽山噴火災害における、延べ救助者数は、発災後29.53時間以内が23名で、その後の救助者はありませんでした。他方、心肺停止者の延べ搬送者数は、56時間後が12名、74時間後が23名、338時間後が56名で、時間経過とともに増加しています。この事実は発災後29.53時間以内の搜索・救助活動が最も緊急を要し、集中的活動が重要であることを示しています。即ち、火山噴火発災後30時間は「火山噴火発災救助における黄金の30時間」です。長野県知事から陸上自衛隊第13普通科連隊長(松本)への災害派遣要請までの時間2.6時間は、「火山噴火発災救助における黄金の30時間」の8%を占めています。長野県立木曽病院(出典35)は災害拠点病院と木曽地域の医療センターの役割を担い、御嶽山との直線距離は約20kmです(出典36)。

UH-60JA 多用途ヘリコプター巡航速度は 約 235km/h ですから、飛行運用2.6時間の往復回数換算値は

$2.6 \text{ 時間} \div 0.17 \text{ 時間} (= 2 \times 20 \text{ km} \div 235 \text{ km/h}) = 15 \text{ 往復/機}$
となります。

自治体首長から自衛隊への災害派遣要請時間が現在の実績値2.6時間が、将来2.6時間 $\times 20\% = 0.52 \text{ 時間}$ $\times 60 \text{ 分} \sim 30 \text{ 分}$ に短縮されれば、搜索救助のためのヘリコプター運用割当時間は

$2.6 \text{ 時間} - 0.52 \text{ 時間} \times 0.2 = 2.6 \text{ 時間} - 0.104 \text{ 時間} = 2.496 \text{ 時間}$
に増加します。

ヘリコプター運用割当時間2.496時間における搜索・救助のためのヘリコプター往復回数換算値は

$2.496 \text{ 時間} \div 0.17 \text{ 時間} = 14.68 \text{ 往復}$
となります。

表2の御嶽山アメダスの10分毎の降水量積算値、長野県、自衛隊、DMAT、東京消防庁、長野県警及び名古屋市消防局等による搜索・救助活動の推移例における「9月27日15時55分(4.03時間)」行及び「9月28日17時25分(29.53時間)」行の搜索・救助活動等を参照し、ヘリコプターによる救助者数を4名/機及びヘリコプター2機運用の搜索・救助活動体制とすれば、救助者数換算値は
 $12 \text{ 往復} \times 4 \text{ 名/機} \times 2 \text{ 機} = 96 \text{ 名} = 4.1 \text{ 倍} \times 23 \text{ 名 (9月28日17時25分救助者数)}$
と試算されます。

今後、「火山噴火発災救助における黄金の30時間」における搜索・救助直接活動時間を増やすため、御嶽山噴火における自治体首長から自衛隊への災害派遣要請時間の実績値2.6時間を大幅に短縮することが求められます。自治体首長から自衛隊への災害派遣要請時間の大幅な短縮には、1日24時間1年365日リアルタイム火山噴火早期検知システムの確立が必須です。そして、噴火早期検知情報のワンポイント-2-マルチポイント-斉同報伝達システムは、DMAT、消防、警察、海上保安庁及び自衛隊等によるマルチポイント-2-マルチポイントメッシュネットワークシステムとの接続統合運用機能が必須です。

衛星移動通信システムは、ワンポイント-2-マルチポイント-斉同報伝達システムとマルチポイント-2-マルチポイントメッシュネットワークシステムの両者の特長を備えています。

先ず、御嶽山や蔵王山等火山地域や小笠原諸島・南西諸島の海底火山海域(出典37)等の地上移動

通信不感・衛星移動通信適用領域で、衛星移動通信システム事業展開が必要です。次いで、環太平洋火山帯(出典38)、(出典39)、(出典40)の国と地域において、火山噴火防災・減災情報伝達に有効なIoT (Internet of Things) /M2M(Machine to Machine)衛星移動通信システムの普及促進が望まれます。

(出典35)長野県立病院機構 長野県立木曽病院、

http://www.pref-nagano-hosp.jp/kisohosp/kisohosp/intro/204_gaiyo.html

(出典36)木曽エリア情報 御嶽山周辺の規制及び主な観光地の位置について、

http://www.nbs-tv.co.jp/contents/pdf/kiso_area_info.pdf

(出典37)海域火山データベース、<http://www1.kaiho.mlit.go.jp/GIJUTSUKOKUSAI/kaiikiDB/list-2.htm>

(出典38)Ring of Fire

<http://global.britannica.com/EBchecked/topic/118426/Ring-of-Fire>

(出典39)環太平洋火山帯、

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E7%92%B0%E5%A4%AA%E5%B9%B3%E6%B4%8B%E7%81%AB%E5%B1%B1%E5%B8%AF>

(出典40)世界の火山の噴火状況 2013 年 11 月 : 全世界で 35 の火山が噴火中、

<http://119110.seesaa.net/article/381371060.html>

今回の御嶽山噴火において、10 月 3 日以降の降雨の影響が捜索・救助活動の妨げになりました。2015 年 1 月から 12 月における御嶽山の 1 時間毎の降水量継続の時間率(%)を調べて示してください。

2015 年 1 月～12 月における御嶽山アメダス降水量(mm/h)情報(出典41)から得られた 1 時間毎の降水量(mm/h)及び降水量継続時間率(%)の 2014 年 1 月～12 月推移例を図6に示します。

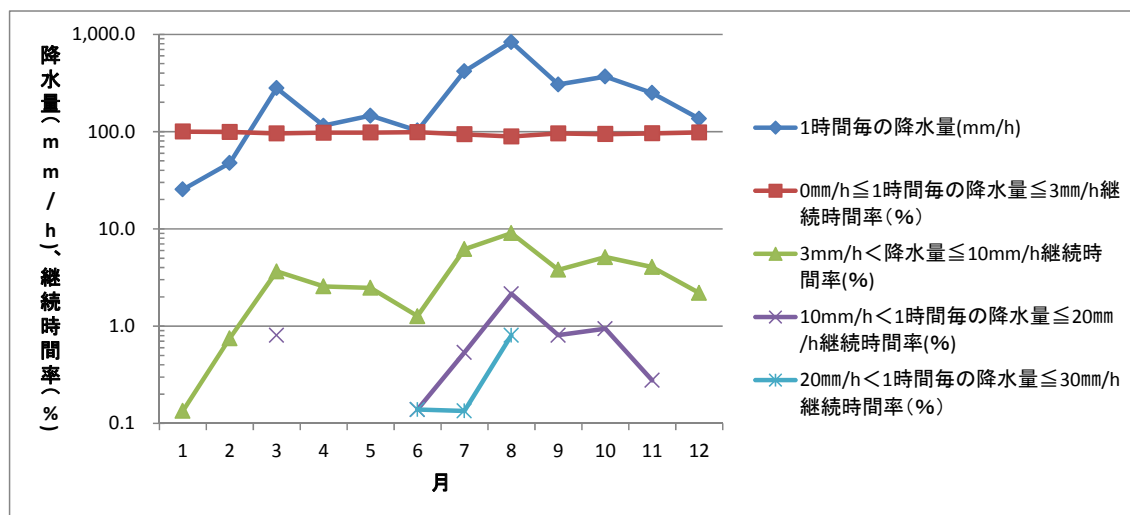


図6 時間毎の降水量(mm/h)及び降水量継続時間率(%)の推移例(2014 年 1 月～12 月)

(1) 1 時間毎の降水量(mm/h)継続時間率(%)の1月～12月までの推移は、1 時間毎の降水量の最大月 は8月で832mm/h、最小月は1月で26mm/hです。0mm/h ≤ 1 時間毎の降水量 ≤ 3mm/h継続時間率

(%)の最大月は1月で99.9%、最小月は8月で89.0%です。3mm/h<1時間毎の降水量≤10mm/h継続時間率(%)の最大月は8月で9.06%、最小月は1月で0.13%です。10mm/h<1時間毎の降水量≤20mm/h継続時間率(%)の最大月は8月で2.15%、最小値月は1月、2月及び2月で0%です。20mm/h<1時間毎の降水量≤30mm/h継続時間率(%)の最大月は8月で0.81%、最小月は1月～5月及び9月～12月で0%です。

- (2) 2014年、1年間(1月～12月)における1時間毎の降水量は3,023mm/h、0mm/h≤1時間毎の降水量≤3mm/h継続時間率(%)は96.2%、3mm/h<1時間毎の降水量≤10mm/h継続時間率(%)は3.4%、10mm/h<1時間毎の降水量≤20mm/h継続時間率(%)は0.48%及び20mm/h<降水量≤1時間毎の30mm/h継続時間率(%)は0.09%です。

(出典41)御嶽山 2014年1月1日 (1時間ごとの値) 一覧

http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/hourly_a1.php?prec_no=48&block_no=0416&year=2014&month=01&day=01&view=

1. 6/1.5GHz帯や 2.6GHz/2.5GHz帯衛星通信に比して、無線通信機器の小型化や高速・広帯域性に優れた50/40GHz及び30/20GHz帯衛星通信による、噴火活動の可視光・赤外線映像(出典42)の超高速ファイル転送は、捜索・救助活動関係者間における噴火活動可視情報の即時共有化に有効で、捜索・救助活動加速に大きく寄与するものと考えます。1時間毎の降雨減衰量1mm/h～100mm/hにおける、周波数20GHz、30GHz、40GHz及び50GHz帯に対する降雨減衰量はどのように試算されますか。(出典42)御嶽山の火山活動解説資料(平成26年9月)、http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/tokyo/14m09/312_14m09.pdf

1時間毎の降水量の1mm/h～の100mm/hにおける、周波数20GHz、30GHz、40GHz及び50GHz帯に対する電波伝搬減衰量試算例を図7に示します(出典43)、(出典44)。

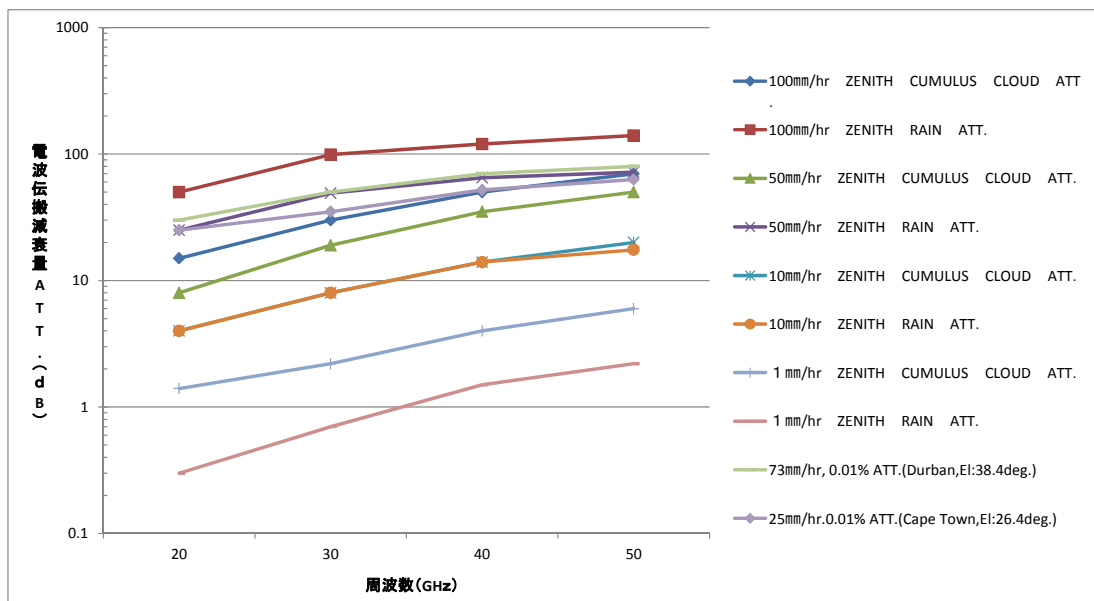


図7 1時間毎の降水量1mm/h～100mm/hにおける、周波数20GHz、30GHz、40GHz及び50GHz帯に対する電波伝搬減衰量試算例

する電波伝搬減衰量試算例

南緯33.9度、東経18.6度の南アフリカのCape Townは、電波伝搬降雨減衰ゾーン世界標準規格ITU-RP.837-1及びITU-RP.837-4のEゾーン地域に属します(出典45)。また、東経66度赤道上空静止通信衛星Intelsat 17に対するCape Town局仰角は26.4度です(出典44)。

1時間毎の降水量 25mm/hにおける、Cape Town局静止通信衛星回線の降雨減衰不稼働率0.01% 確保に必要な降雨マージン試算値は、20GHzで25dB、30GHzで35dB、40GHzで52dB、及び50GHzで63dBです(出典44)。

準静止衛星通信の場合、衛星に対する地球局仰角の最大値は90度(天頂角)ですので、火山頂上付近の山小屋や登山道避難小屋等に設置する衛星移動端末や急坂登山道における登山者携帯衛星移動端末は、常に真上上空の衛星との間で、低仰角の赤道上空の静止衛星通信に比べて、より短い衛星通信伝搬路の衛星通信回線が設定できます(出典46)、(出典47)。

下り20GHz帯における降雨減衰量試算値は、1時間毎の降水量100mm/hの場合の50dBが、10mm/h場合は4dBに、1mm/hの場合は0.3dBに軽減されます。

下り40GHz帯における降雨減衰量試算値は、1時間毎の降水量100mm/hの場合の120dBが、10mm/hの場合は14dBに、1mm/hの場合は1.5dBに軽減されます。

(出典43) Attenuation of Millimeter waves on Earth Space Paths by Rain Clouds, K.C. Allen, August 1983.
http://pdf.aminer.org/000/275/420/predicting_the_geographical_distribution_of_microwave_fading_from_ground_based.pdf

(出典44) Estimation of Rain Attenuation at C, Ka, Ku and V Bands for Satellite Links in South Africa, PIERS Proceedings, Taipei, March 25—28, 2013,

(出典45) Rainfall Rate Characteristics for the Design of Terrestrial Link in South Africa,
<http://satnac.org.za/proceedings/2008/papers/access/Owolawi%20No%2035.pdf>

(出典46) Inclined geosynchronous (I-GEO) communications satellite for Asia Pacific region,
<http://arc.aiaa.org/doi/abs/10.2514/6.1998-1366>

(出典47) 高仰角・長可視時間の通信衛星に関する検討、<http://ci.nii.ac.jp/naid/110003282168>

降雨強度(1時間毎の降水量)(出典48)即応準静止衛星通信のファイル転送速度の検討例を示して下さい。(出典48)雨の強さに関する用語、
http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/kousui.html

1998年の50GHz/40GHz通信衛星の打上げ計画(出典49)においては、データレート1Gbps～75Gbpsの16種類の通信衛星伝送容量が提案されました。通信衛星1基当たりの通信衛星伝送容量は平均36Gbpsです。通信衛星当り10台の中継器を搭載すると、1台当たりの伝送容量は3.6Gbpsとなります。また、2014年1月におけるNorthern Sky Research(NSR)のHigh Throughput Satellite(HTS)市場予測例を表3に示します(出典50)。

表3 High Throughput Satellite(HTS) 市場予測例

The keynote continued with a NSR's analysis of the evolution of the HTS market, which forecasts an aggregate demand – in respect of such applications as Broadband Access, Backhaul, VSAT, Trunking, Mobility, Government/Military, SNG, DTH, and Distribution – increasing from a level of 62.6 Gbps back in 2012, to 451.5 Gbps in 2018,	and to 918.2 Gbps in 2022. When factoring-in MEO-HTS, total demand could reach 1 Tbps by 2022. By the same year total wholesale HTS & MEO-HTS revenues are expected to exceed US\$3.3 billion, though based on capacity pricing being significantly differentiated by application.
--	--

2022年には、低遅延特性のMedium Earth Orbit(MEO) -HTS衛星が打上げ運用されて、トータルスループットは1Tbps、トータル市場規模はUS \$ 3.3billion(33億ドル×117円/ドル=3,800億円)とされています。

60GHz短距離無線国際標準規格 IEEE 802.15 WPAN Task Group 3c (TG3c) Millimeter Wave Alternative PHY (出典51)のデータレートは1Gbps～2Gbps 及び Status of Project IEEE 802.11ad Very High Throughput in 60 GHz, (出典52)のデータレートは1Gbps～3Gbps で、相互接続性認証試験等の商品化活動が進められています(出典53)、(出典54)、(出典55)、(出典56)。

衛星移動機とレイアウトフリー60GHz短距離無線国際標準規格 IEEE802.15.3cや IEEE802.11.ad 適合可視光・赤外線映像装置とのインタフェースデータレートを3Gbps(最大)とし、御嶽山等火山噴火捜索・救助活動において、可視光・赤外線映像データファイル転送速度3Gbps(最大)を考えます。

御嶽山火山噴火における捜索・救助活動において、降雨即応型の下り40GHz帯移動衛星通信端末により、可視光・赤外線映像データファイルを転送する場合、降水量1mm/hの場合の転送速度3Gbpsは、降水量10mm/hに増えると、転送速度3Gbpsは、信号電力換算12.5dB(=14-1.5)で減速され、169(=3000÷17.7)Mbpsになります。

換言すれば、2014年における、下り40GHz帯移動衛星通信端末のデータファイル転送速度169Mbps～3Gbpsの継続時間率は、「0mm/h≤1時間毎の降水量≤3mm/h継続時間率(%)96.2%」と「3mm/h<1時間毎の降水量≤10mm/h継続時間率(%)3.4%」との合計99.6%/年～99%/年であることを意味します。

「10mm/h<1時間毎の降水量≤20mm/h継続時間率(%)0.48%」と「20mm/h<降水量≤1時間毎の30mm/h継続時間率(%)0.09%」との合計継続時間率0.57%/年～1%/年においては、40GHz帯下り転送速度169Mbps～3Gbpsから2.5GHz帯下り転送速度384kbps(最大)(出典57)へのリアルタイム切り替え機能が必要となります。

降雨即応50/40、30/20、2.6/2.5及び1.6/1.5GHz多周波数帯準静止通信衛星を打上げて、火山噴火状況の可視光・赤外線映像等データファイルの転送速度3Gbps(最大)品質、転送品質性能対コスト比及び転送品質の季節変化や経年変化等の信頼性の総合的な評価を産官学連携し進めることが喫緊の課題です。

(出典49)PROSPECTS FOR COMMERCIAL SATELLITE SERVICES AT Q- AND V-BANDS,

http://www.argreenhouse.com/society/TaCom/papers98/01_01i.pdf

(出典50)Satellite Executive Briefing, January 2014, <http://www.satellitemarkets.com/pdf2014/jan14.pdf>

(出典51) <http://www.ieee802.org/15/pub/TG3c.html>

(出典52) TGad Functional Requirements, Eldad Perahia, et. al., 09/0228r5

http://grouper.ieee.org/groups/802/11/Reports/tgad_update.htm

(出典53) <http://www.businesswire.com/news/home/20130201005192/ja/#.VLkGn7mChy0>

(出典54)

http://www.semicon.panasonic.co.jp/jp/news/contents/2014/dsj/?utm_medium=mail&utm_source=mail&utm_campaign=20140703&utm_content=topic

(出典55) <http://www.tensorcom.com/products.html>

(出典56) <http://www.netwell.co.jp/wireless/news/2013/07/vubiq-60ghz-module-130708.html>

(出典57) ワイドスター、<http://www.docomo.biz/html/service/widestar/>

ご説明ありがとうございました。■