

## 昭和の宇宙に咲くCS「さくら」の開発から学んだこと

災害被災前平常時, 被災緊急時及び被災後復旧時における衛星通信サービス

情報通信研究機構

磯 彰夫

**SJRインタビュー:** 非常災害時における本土内の重要地上回線救済のために30/20GHz衛星通信の研究開発実用化を強力に推進されたことをお聞きました。30/20GHz衛星通信回線品質の降雨減衰による劣化は、周波数がより低い14/12GHz等の衛星通信回線等に比べて大きいことが知られています。他の衛星通信周波数との降雨減衰量の違いを説明していただけませんか。

**磯氏:** 1時間降雨量と6/4GHz, 14/12GHz, 30/20GHz及び50/40GHz 降雨減衰量(衛星仰角:40度, 地球局設置場所:米国ワシントン)との関係を図1に示します。傘をさして歩ける普通の強さの雨で並雨 5.3mm/hの場合, 4GHz降雨減衰量は0.05dB, 6GHz降雨減衰量は0.1dB, 12GHz降雨減衰量は0.8dB, 14GHz降雨減衰量は1.2dB, 20GHz降雨減衰量は2.5dB, 30GHz降雨減衰量は5.4dB, 40GHz降雨減衰量は8.6dB, 及び50GHz降雨減衰量は11.8dBです。バケツをひっくり返したような雨で, 道路が川のように激しい雨47.1 mm/hの場合, 4GHz降雨減衰量は0.2dB, 6GHz降雨減衰量は1.3dB, 12GHz降雨減衰量は10.5dB, 14GHz降雨減衰量は13.7dB, 20GHz降雨減衰量は26.4dB, 30GHz降雨減衰量は48.8dB, 40GHz降雨減衰量は68.8dB, 及び50GHz降雨減衰量は83.8dBです。

降水量と降雨減衰量は地域差および季節変化の影響を受けて大きく変動しますので, 地球局設置地点における6/4GHz, 14/12GHz, 30/20GHz 及び50/40GHz衛星通信回線稼働率における降雨マージンを決める際の重要な設計要素です。

また, 2003年~2006年の京都府宇治市の14/12GHz降雨減衰特性を図2に示します。図2に示されたITU-R勧告の降雨減衰量15dBにおいて, 京都府宇治市における12GHz及び14GHzの測定値がITU-R勧告の降雨減衰量を約2dB上回る, 興味ある結果が示されています。衛星通信回線設計における降雨マージン設計精度向上に寄与するために, 引き続き本土や離島を含めた日本全土の2007年以降の14/12GHzの降雨減衰特性の成果報告や30/20GHz及び50/40GHzの降雨減衰特性成果報告が期待されます。

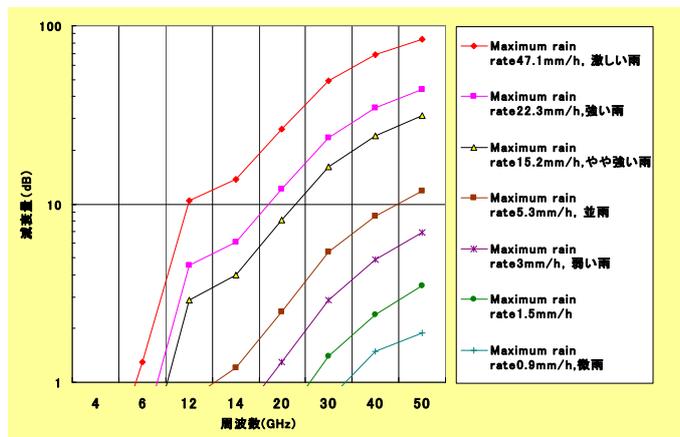


図1 1時間降雨量と6/4,14/12,30/20及び50/40GHz降雨減衰量との関係例

[http://www.atcourses.com/sampler/Rain\\_Affect\\_Communicatons\\_Link.pdf](http://www.atcourses.com/sampler/Rain_Affect_Communicatons_Link.pdf)  
<http://www2.jrt.co.jp/cgi-bin3/memo/memo.cgi?field=7>  
<http://ameblo.jp/sekigaku/entry-10001948594.html>  
[http://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/yougo\\_hp/kousui.htm](http://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/yougo_hp/kousui.htm)

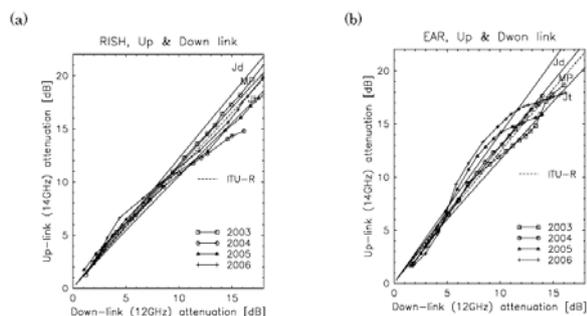


図10 (a)RISH (宇治市) と(b)EAR (インドネシア) の各年の上下回線減衰量の等時間率値同士の関係と、各種 DSD による理論値と ITU-R 勧告値。

図2 14/12GHz 降雨減衰特性例(2003年~2006年)

・3本の細線は3種類の代表的な雨滴粒系分布(DSD)である Joss-drizzle (Jd:霧雨型)、Marshall-Palmer(MP:標準型)および Joss-thunderstorm (Jt:雷雨型)による理論的關係である。また点線はITU-R 勧告による予測値である。

・14/12GHz減衰比に関してはEAR は RISH と同様に大きな変動が存在する。

[http://www.isas.ac.jp/j/researchers/symp/2009/image/0226\\_proc/1-3.pdf](http://www.isas.ac.jp/j/researchers/symp/2009/image/0226_proc/1-3.pdf)

30/20GHz衛星通信回線における降雨減衰マージンの設計値が20dBの場合は、台風や大雨のときの激しい雨47.1mm/hの場合、20GHz降雨減衰マージンは $20\text{dB} - 26.4\text{dB} = -6.4\text{dB}$ 、30GHz降雨減衰マージンは $20\text{dB} - 48.8\text{dB} = -28.8\text{dB}$ となり、衛星通信回線は瞬断します。激しい雨の場合、30/20GHz衛星通信回線が切れたときの、重要回線の確保手段について説明していただけますか。

降雨減衰量は100km以上離れた地点において、2地点間の降雨減衰量の相関が小さくなるのが電波伝搬の研究結果から得られていました。概念設計段階以降、市外中継回線救済の場合は地上回線を経由する総括地球局間サイトダイバシティ回線設定法の研究実用化が進められました。また、重要加入者回線の救済の場合は、地震や台風や大雨による土砂災害により、マイクロ波中継鉄塔局舎が倒壊・流失の被害を受けた地上マイクロ波回線故障に対するバックアップとして、ヘリコプターで輸送可能な離島衛星通信用を兼ねた本土内6/4GHz車載局周波数ダイバシティ回線設定法の研究実用化がすすめられました(森好文:「国内衛星通信方式」通信方式研究会資料CS69-47(1969-10), 進士昌明:「国内衛星通信方式の一考察」通信方式研究会資料CS71-132(1972-02)等参照)。

通信施設に大被害をもたらした、地震、台風及び大雨等の災害代表例について教えてください。

通信施設被害(1955~2008)(日本の統計及び日本統計年鑑参照)は台風、大雨、強風、高潮、地震及び津波による被害であり、通信施設被害(単位:万回線/年)順位を図3に示します。順位は1.平成7年(阪神・淡路大震災):29, 2.昭和36年(第2室戸台風):24, 3.昭和34年(伊勢湾台風):22, 4.平成10年(台風7・8号):16, 5.平成2年(台風19号):10, 6.昭和39年(新潟地震):9.5, 7.昭和40年(台風23号):8.7, 8.昭和41年(台風24号):7.4, 9.昭和51年(台風17号):7.2, 10.昭和45年(大雨前線):3.9です。

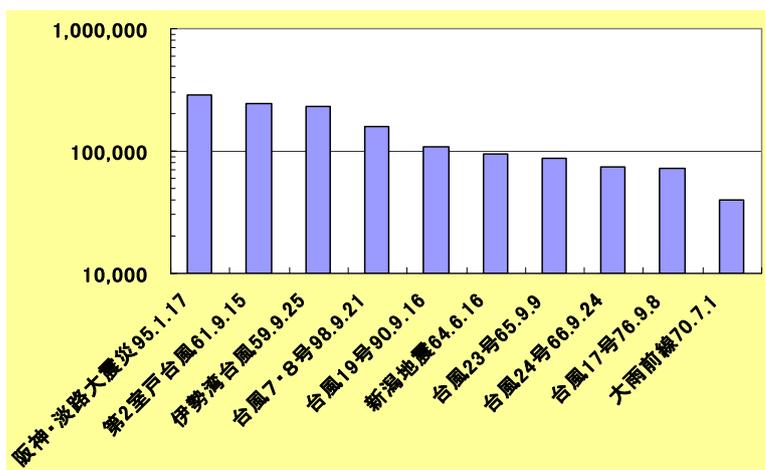


図3 通信施設被害(万回線/年)順位

通信施設被害(万回線/年)順位:

1. 平成7年(阪神・淡路大震災):29, 2. 昭和36年(第2室戸台風):24,
3. 昭和34年(伊勢湾台風):22, 4. 平成10年(台風7・8号):16, 5. 平成2年(台風19号):10, 6. 昭和39年(新潟地震):9.5, 7. 昭和40年(台風23号):8.7, 8. 昭和41年(台風24号):7.4, 9. 昭和51年(台風17号):7.2,
10. 昭和45年(大雨前線):3.9

通信施設被害順位1位の阪神・淡路大震災について説明していただけますか。

阪神・淡路地震(1995年(平成7)1月17日)では兵庫県南東部の淡路島・同じく兵庫県南東部で本土部の阪神地区(神戸・芦屋・西宮・尼崎・宝塚・伊丹・川西・三田・猪名川町)・東播磨地方中南部(明石・加古川・三木・稲美町・播磨町・高砂・小野・旧吉川町など)、姫路市〔旧飾磨郡(夢前町・家島町)・旧神崎郡(香寺町)・旧宍粟郡(安富町)を含む〕・大阪府豊中市を中心に甚大な被害を与えました <http://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%98%AA%E7%A5%9E%E3%83%BB%E6%B7%A1%E8%B7%AF%E5%A4%A7%E9%9C%87%E7%81%BD>参照)。

通信施設被害順位6位の新潟地震はどうでしたか。

新潟地震(1964年(昭和39)6月16日)では震度5が相川町, 新潟市, 長岡市, 新庄市, 酒田市, 鶴岡市, 仙台市, 鳴子町, 只見町において観測され, 新潟地震被害は新潟県、山形県、秋田県等日本海側を中心として9県に及びました。家屋の全壊は新潟市、村上市、鶴岡市、酒田市など各地において発生しました (<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%96%B0%E6%BD%9F%E5%9C%B0%E9%9C%87>参照)。

阪神・淡路大震災及び新潟地震における、被災前の平常時、被災緊急時及び被災後復旧時の1時間降水量の推移はどのようなものだったのでしょうか。

阪神・淡路大震災及び新潟地震における被災前の平常時、被災緊急時-黄金の72時間 ([http://www.bit.urayama.ac.jp/student\\_hp\\_2009/data/sf/glossary/golden72hours.html](http://www.bit.urayama.ac.jp/student_hp_2009/data/sf/glossary/golden72hours.html), <http://www.kyoto-np.co.jp/info/education/natoku/080526.html> 参照) - 及び被災後復旧時における1時間降水量の推移を図4に示します。冬季の阪神・淡路大震災発生月の前月12月2日(-46日目)から発生前日1月16日(-1日目)までの1時間降水量の最大値は神戸(-17日目)における11mm/h(やや強い雨)でした(<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>参照)。発生当日1月17日(0日目基準)から3日間の災害発生緊急時における1時間降水量最大値は0mm/h(雨無)でした。発生後+3日目以降から3月4日(+46日目)までの1時間降水量最大値は名古屋(+27日目)における5.5mm/h(小雨)でした。

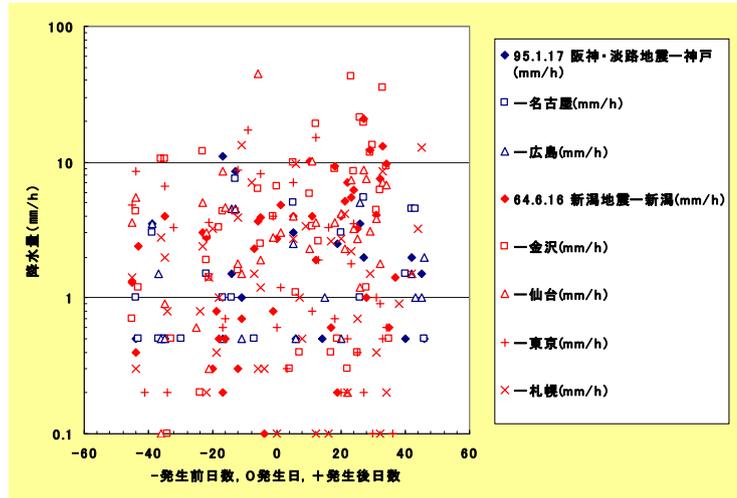


図4 阪神・淡路大震災及び新潟地震における1時間降水量の推移

夏季の新潟地震発生月の前月5月1日(-46日目)から発生前日6月15日(-1日目)までの1時間降水量最大値は仙台(-7日目)における44.8mm/h(激しい雨)でした(<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>参照)。発生当日の6月16日(0日目基準)から3日間における1時間降水量最大値は新潟(0日目)における4.8mm/h(小雨)でした。発生日4日目以降7月31日(+45日)までの1時間降水量最大値は金沢(+22日目)における42.7mm/h(激しい雨)でした。

阪神・淡路大震災における衛星通信回線設定例について説明いただけますか。

阪神・淡路大震災発生日前-20日目から発生後30日目における期間の1時間降水量最大値を用いて図1を参照し、算出した30/20GHz降雨減衰量例を図5に示します。-13日目に名古屋総括局で降雨減衰量7dB/30GHzです。

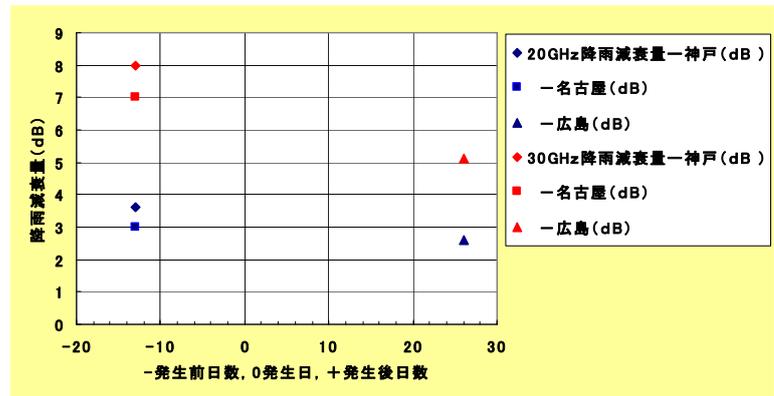


図5 阪神・淡路大震災における30/20GHz降雨減衰量推移

阪神・淡路大震災における30/20GHz静止衛星中継回線概念例を図6に示します。神戸や姫路等において被災した地上市外回線を救済する場合、広島総括局と名古屋総括局間において、30/20GHz衛星中継回線を設定します。

また、阪神・淡路大震災における30/20GHz静止衛星加入者回線概念例を図7に示します。淡路島等で被災した地上加入者回線を救済する場合、淡路島等にヘリコプターで輸送設置の30/20GHz車載局が通信衛星を経由し名古屋総括局や広島総括局との間で回線設定します。

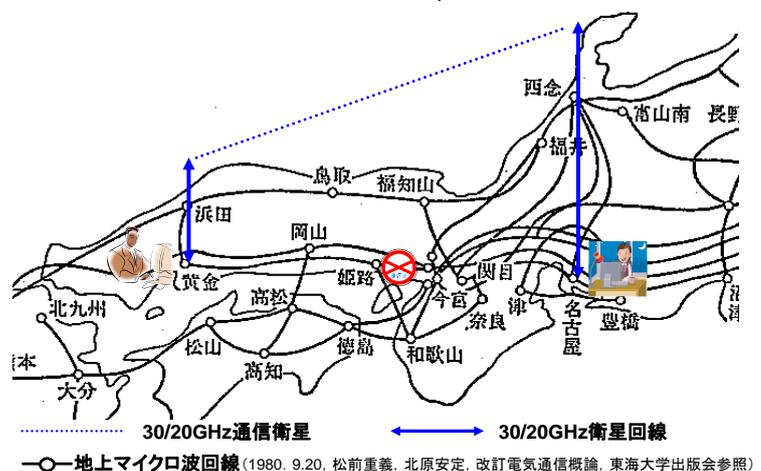


図6 阪神・淡路大震災における30/20GHz静止衛星中継回線概念例

新潟地震における衛星通信回線設定例について簡単に説明していただけますか。

新潟地震発生日前-20日目から発生後30日目までの期間の1時間降水量最大値を用いて図1を参照し、算出した30/20GHz降雨減衰量例を図8に示します。-7日目に金沢で降雨減衰量6.5dB/30GHz、仙台で降雨減衰量45dB/30GHz、また+22日目に金沢で降雨減衰量45dB/30GHz、仙台で降雨減衰量3.5dB/30GHz、札幌で降雨減衰量3.5dB/30GHz、東京で降雨減衰量1.8dB/30GHzです。

新潟地震における30/20GHz静止衛星中継回線概念例を図9に示します。新潟と酒田との間で被災した市外回線を救済する場合、金沢総括局の降雨減衰量が金沢総括局と通信衛星経由、自局折り返し30/20GHz衛星回線の降雨マージンを超える場合は、金沢総括局は太平洋側の地上回線を經由し東京総括局(又は仙台総括局)との間で回線を設定後、東京総括局(又は仙台総括局)が30/20GHz衛星経由で札幌総括局との間で30/20GHz衛星回線を設定します。

また、新潟地震における30/20GHz静止衛星加入者回線概念例を図10に示します。佐渡島等で被災した地上加入者回線を救済する場合、佐渡島等にヘリコプターで輸送設置の30/20GHz車載局は通信衛星を經由し東京総括局(または仙台総括局)回線設定後、太平洋側の地上回線を經由し金沢総括局に接続します。

通信施設被害順位2位の第2室戸台風はどのような状況でしたか。

第2室戸台風は1961年(昭和36)9月15日に高知県室戸岬に上陸し、兵庫県を通過し日本海沿岸を北北東に進み、大阪湾岸に大きな被害を出しました(<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E7%AC%AC%E5%AE%A4%E6%88%B8%E5%8F%B0%E9%A2%A8>参照)。

通信施設被害順位3位の伊勢湾台風は。

伊勢湾台風が1959年(昭和34)9月26日に潮岬に上陸する前月に、台風7号・前線が8月13日から14日にかけて、近畿から東北地方(特に甲信地方)において被害を与えました(<http://www.city.osaka.lg.jp/shobo/cmsfiles/contents/0000098/98852/f4.pdf>, <http://www.city.ogaki.lg.jp/cmsfiles/contents/0000000/548/sousoku2-2.pdf>, <http://www.pref.nagano.jp/kikikan/bosai/tai-ken/htm/index.html>参照)。伊勢湾台風は、1959年(昭和34年)9月26日に潮岬に上陸し、上陸後は紀伊半島を縦断し、中央高地を経て日本海に抜けました。そして、紀伊半島・東海地方に大きな被害を及ぼしました(<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E4%BC%>

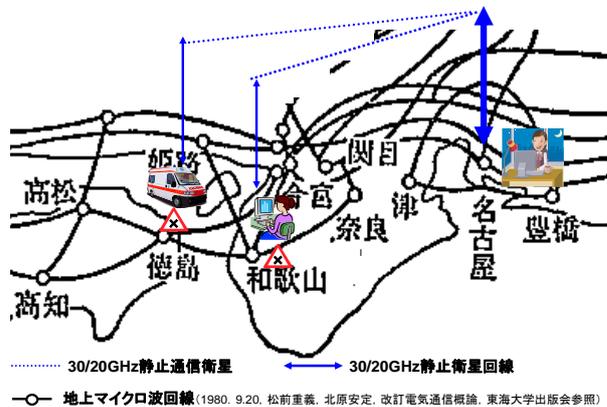


図7 阪神・淡路大震災における30/20GHz静止衛星加入者回線概念例

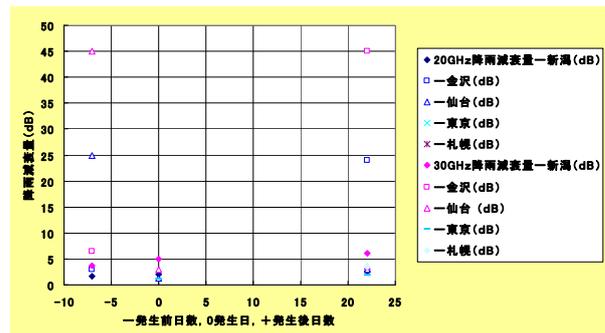


図8 新潟地震における30/20GHz降雨減衰量推移

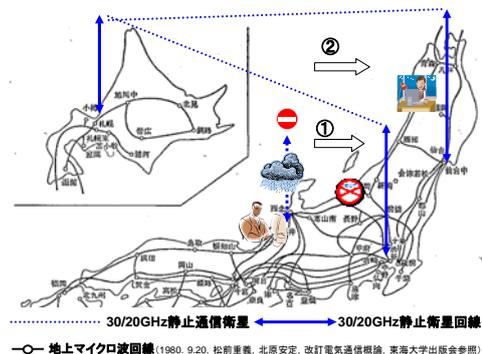


図9 新潟地震における30/20GHz静止

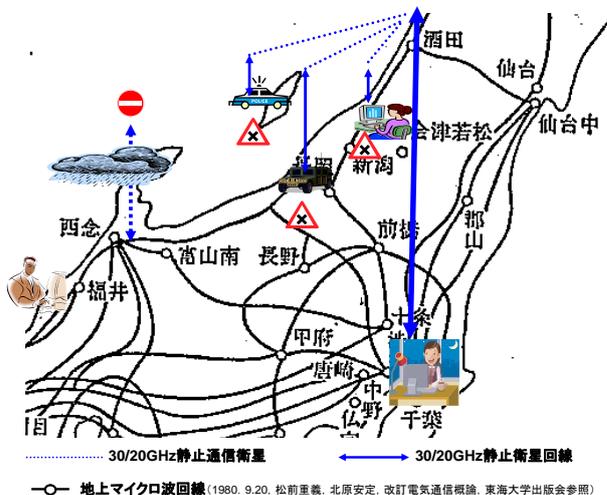


図10 新潟地震における30/20GHz静止衛星加入者回線概念例

8A%E5%8B%A2%E6%B9%BE%E5%8F%B0%E9%A2%A8参照)。

第2室戸台風及び台風7号・前線と伊勢湾台風における、被災前の平常時、被災緊急時及び被災後復旧時の1時間降水量の推移はどうか。

第2室戸台風及び伊勢湾台風における被災前の平常時、被災緊急時及び被災後の復旧時における1時間降水量の推移を図11に示します。

夏季の第2室戸台風上陸日の前月8月1日(-45日目)から上陸前日9月14日(-1日目)までの1時間降水量最大値は室戸岬(-12日目)における28.3mm/h(強い雨)(http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php参照)でした。

上陸日9月15日(0日目基準)からの3日間の1時間降水量最大値は神戸(+1日目)における50.2mm/h(非常に激しい雨)でした。9月17日

(+2日目)から10月31日(+47日目)までの1時間降水量最大値は神戸(+32日目)における50.2mm/h(非常に激しい雨)でした。夏季の伊勢湾台風上陸日の前月の8月12日(-45日目)から上陸前日9月25日(-1日目)までの1時間降水量最大値は津(-44日目)における95.3mm/h(猛烈な雨)でした(http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php参照)。

伊勢湾台風上陸日9月26日(0日目基準)から3日間の1時間降水量最大値は津(0日目基準)における37.6mm/h(バケツをひっくり返したような雨で、道路が川のような雨、激しい雨)でした。上陸日+4日目以降11月11日(+47日目)までの1時間降水量の最大値は大阪(+38日目)における38.5mm/h(バケツをひっくり返したような雨で、道路が川のような雨、激しい雨)でした。

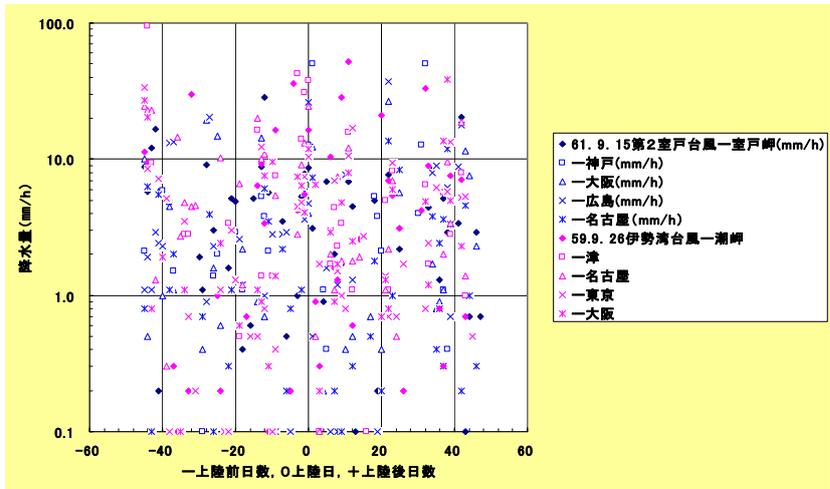


図11 第2室戸台風及び伊勢湾台風における1時間降水量の推移

第2室戸台風における市外中継回線を救済するための衛星通信回線設定例を簡単に説明していただけますか。

第2室戸台風上陸前-45日目から上陸後+47日目までの期間の1時間降水量最大値を用いて図1を参照し、算出した30/20GHz降雨減衰量の推移を図12に示します。

+2日目に室戸岬で3dB/30GHz, 神戸で55dB/30GHz, 大阪で13dB/30GHz, 名古屋で7dB/30GHz, 広島で0dB/30GHzです。

また、+32日目に室戸岬で0dB/30GHz, 神戸で55dB/30GHz, 大阪で0dB/30GHz, 名古屋で0dB/30GHz, 広島で0dB/30GHzです。神戸等において被災した地上市外回線救済する場合、広島総括局と名古屋総括局(又は大阪総括局)間において、30/20GHz衛星中継回線を設定します(図6参照)。

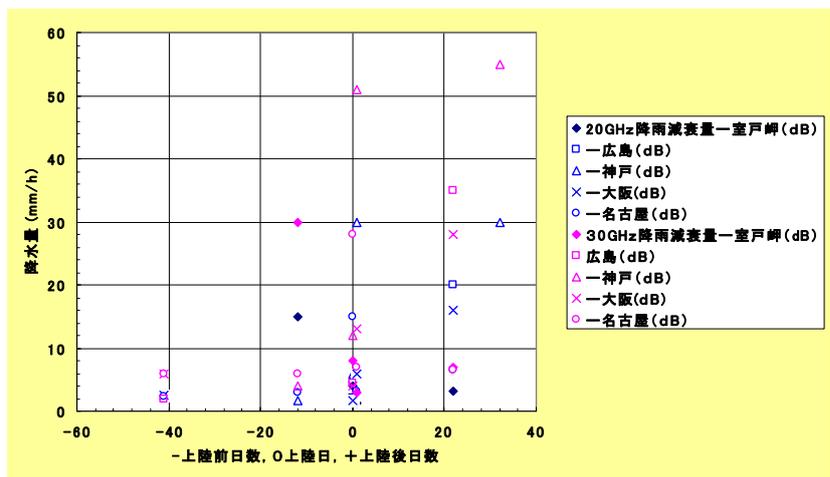


図12 第2室戸台風における30/20GHz降雨減衰量の推移

1時間降雨量と6/4,14/12,30/20及び50/40GHz降雨減衰量との関係(図1)を参照すると降雨減衰量55dB/30GHz, 20dB/14GHz, 2dB/6GHzが示されています。神戸等において被災した地上加入回線救済には降雨減衰量のマージンが最小の6/4GHz衛星通信回線が必要不可欠と思われます。6/4GHz衛

星通信回線設定法に関して、新たな提案がありますか。

神戸等において被災した地上加入回線を救済する場合、ヘリコプターで輸送可能で降雨減衰耐力に優れた6/4GHz車載局を設置することが必要です。6/4GHz車載局を設置するためには、6/4GHzインテルサット衛星回線や地上マイクロ波回線との与干渉と被干渉条件許容値を満たす必要があります。例えば、東経62.5度の6/4GHz静止通信衛星インテルサットは、日本の最も西の与那国島における衛星に対する地球局仰角が15度、方位角が265度(西南西)となります。低仰角の衛星通信地球局アンテナ指向方向・ビーム幅と地上マイクロ波回線アンテナ指向方向・ビーム幅とは共用のための与干渉と被干渉条件と許容値を満たす必要があり、地球局設置場所は狭い地点に限定されます。また、北海道における衛星に対する地球局仰角は0度未満となり衛星通信サービスは不可能です。

6/4GHz静止衛星通信を補完・補強する  
 に関する、6/4GHz準静止衛星通信の  
 特長を説明していただけますか。



準静止衛星通信システム概念を図13にしめします。準静止衛星の1番目の特長は中緯度から高緯度地域にある各地球局が準静止衛星を経由し、通信回線を設定し、各地球局仰角が地上マイクロ波回線アンテナ仰角や静止衛星通信地球局仰角にくらべて高い仰角を持つ衛星通信ができる点です。準静止衛星の2番目の特長は、4機以上から構成されるクラスター準静止衛星で、通信と測位機能をあわせ持つことができ、世界規模測位システムGPSの補完・補強能力を発揮できる点です。近年、逼迫する周波数資源のより一層の有効利用を図るために、同じサービスエリアにおいて、同じ無線通信周波数システムが共存する、IEEE標準コグニティブ技術規格開発が活発に進められています(<http://www.ieee802.org/22/>, <http://www.ieee802.org/19/>, [http://grouper.ieee.org/groups/802/11/Reports/tgaf\\_update.htm](http://grouper.ieee.org/groups/802/11/Reports/tgaf_update.htm), <http://grouper.ieee.org/groups/scc41/crinfo/>, <http://www.ieee802.org/15/pub/TG2.html> 参照)。

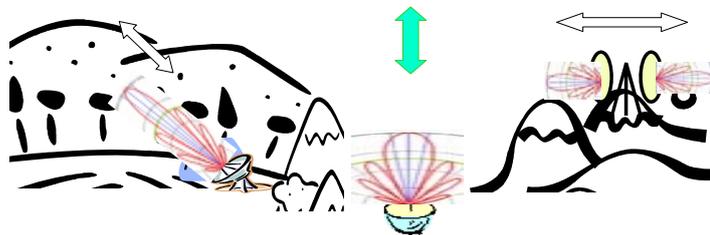
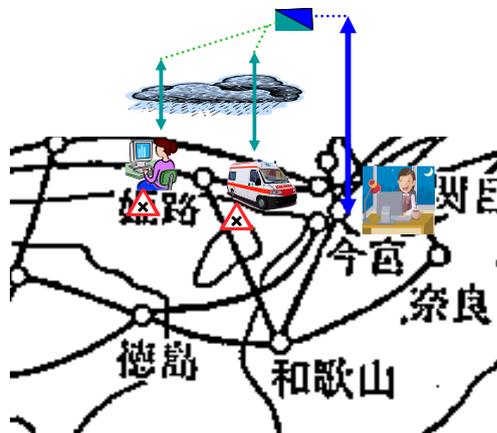


図13 準静止衛星通信システム概念

[http://jglobal.jst.go.jp/print.php?JGLOBAL\\_ID=200902106593942737&q=&t=2](http://jglobal.jst.go.jp/print.php?JGLOBAL_ID=200902106593942737&q=&t=2),  
<http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/login.jsp?url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fiel5%2F5361058%2F5371385%2F05371739.pdf%3Farnumber%3D5371739&authDecision=-2033D5371739&authDecision=-203>  
[http://www.jaxa.jp/press/2010/10/20101026\\_michibiki\\_j.html](http://www.jaxa.jp/press/2010/10/20101026_michibiki_j.html)

準静止衛星通信測位システムは各地球局アンテナ指向方向が天頂方向になり、与干渉と非干渉条件の許容値に余裕ができます。高仰角地球局と準静止通信測位クラスター衛星の特長を生かして、同じサービスエリアにおいて、地上マイクロ波回線及び静止衛星通信回線と相互共存が可能で、益々逼迫する周波数と衛星軌道資源において有効利用が期待できる、IEEE標準コグニティブ技術規格と適合する、コグニティブ準静止衛星通信測位システムの開発加速が急務と考えます。

第2室戸台風における6/4GHz準静止衛星加入者回線概念を図14に示します。神戸等で被災した地上加入者回線を救済する場合、神戸等にヘリコプターで輸送設置の6/4GHz車載局は6/4GHz、30/20GHz準静止通信衛星を経由し、30/20GHz大阪総括局に接続します。



台風7号・前線と伊勢湾台風における、6/4GHz準静止衛星  
 通信回線設定例を簡単に説明していただけますか。

..... 6/4GHz準静止通信測位衛星 ← 6/4GHz準静止衛星通信測位回線  
 ..... 30/20GHz静止通信衛星 ← 30/20GHz静止衛星通信回線

図14 第2室戸台風における6/4GHz  
 準静止衛星加入回線概念例

伊勢湾台風上陸前 - 45日目から上陸後+38日目までの期間の1時間降水量最大値を用いて図1を参照し、算出した台風7号・前線及び30/20GHz降雨減衰量例を図15に示します。-

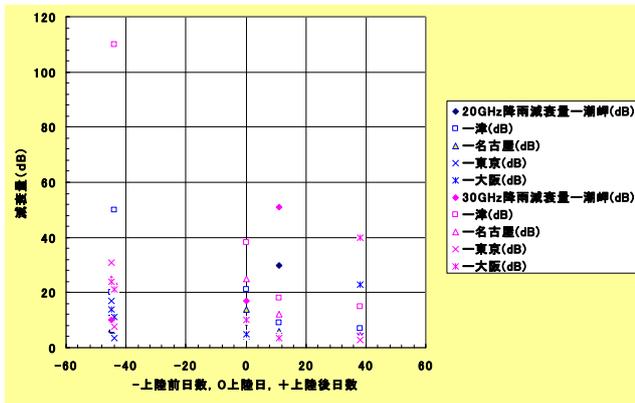


図15 台風7号・前線及び伊勢湾台風における30/20GHz降雨減衰量の推移

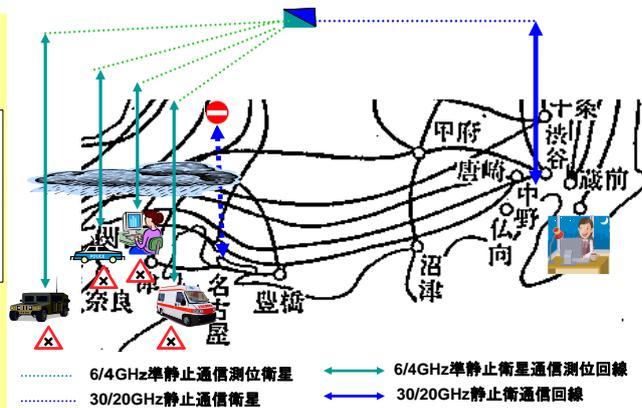


図16 台風7号・前線及び伊勢湾台風における6/4GHz準静止衛星加入回線概念例

44日目に潮岬で8dB/30GHz, 津で110dB/30GHz, 名古屋で24dB/30GHz, 東京で7.5dB/30GHz及び大阪で21dB/30GHzです。台風7号・前線と伊勢湾台風における6/4GHz準静止衛星加入者回線概念を図16に示します。津等で被災した地上加入者回線を救済する場合、津等にヘリコプターで輸送設置の6/4GHz車載局は6/4GHz, 30/20GHz準静止通信衛星を経由し、30/20GHz東京総括局に接続します。

通信施設被害順位10位の関東南部大雨災害について説明していただけませんか。

昭和45年(1970年)7月1日千葉県南部をおそった豪雨は戦後では県内で最も規模の大きい土砂災害、水害を引き起こしました。房総山地の中心部に位置する大多喜町では住家が土砂で押しつぶされ多くの死傷者が出ました。また鉄道・道路が土砂崩れで寸断、電気・鉄道・電話が途絶えて、学校などに泊まることを余儀なくされた800人余の小中高生や1週間ほど陸の孤島となった集落の人たちはかつてないほどの厳しい体験をしました(<http://www.bosai-tiba.jp/houkoku/ootaki/ootakihoukoku.html>参照)。また、横浜市営地下鉄開業の2年半前(昭和45年6月30日～7月1日)、梅雨前線が関東地方南部に大雨を降らせ、上大岡～吉野町間が被害にあいました。地下鉄建設工事が始まった約1年半後、梅雨前線の活発な活動による集中豪雨は、一部完成していた上大岡～吉野町間は、横浜で戦後最大「202mm」の雨量を観測し、その水量は約50万トン記録しました。その体積は、長さ3.5km, 幅15m, 深さ最大25m(平均10m)となりトンネル内が巨大なプールと化けました。当時、下水道が整備されておらず大岡川の水や汚水が氾濫し、工事中のトンネル内に流れ込み、部分的に完成した上大岡～吉野町間の電気設備や駅設備が水没しました。復旧には膨大な費用と時間を要し、工事完成の遅延も余儀なくさせられました(<http://tikatetu.com/category1/>参照)。

2010年(平成22)10月18日奄美市大雨災害はどのような状況だったのでしょうか。

鹿児島県奄美市では2010年10月18日午後9時～20日午後8時の総雨量が871ミリを記録し、龍郷町の2世帯5人避難指示、奄美市や宇検、大和両村の計1076世帯2106人に避難勧告が行われ、土砂崩れや冠水などで国道や県道が32カ所で通行止めになりました。NTT西日本のわだつみ苑の近くにある電話交換所の浸水、瀬戸内町における土砂崩れケーブル切断、奄美大島における約2万9000回線中約1万2000回線が不通、さらに九州電力の約7400戸の停電などの被害が伝えられました(<http://headlines.yahoo.co.jp/hl?a=20101021-00000002-jij-soci>, <http://www.pref.kagoshima.jp/bosai/saigai/index.html>参照)。

関東南部大雨と奄美市大雨における、被災前の平常時、被災緊急時及び被災後復旧時における1時間降水量の推移はどうでしたか。

関東南部大雨及び奄美市大雨における被災前の平常時、被災緊急時及び被災後復旧時における1時間降水量の推移を図17に示します。

夏季の関東南部大雨災害における、降水量の最大値75mm/h(滝のように降り、傘はまったく役に立た

ない、非常に激しい雨)は、7月1日(0日目基準)に勝浦で観測されました(<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>参照)。

降水量の最大値日の前月の6月1日(-30日目)から降水量最大値日の前日6月30日(-1日目基準)までの1時間降水量最大値は館山(-30日目)における17.5mm/h(ザーザーと降り、地面などから跳ね返った雨で裾が濡れやすい、やや強い雨)でした。

降水量の最大値日から+4日目以降7月31日(+30日目)までの1時間降水量の最大値は館山(+5日目)における9.5mm/h(傘をさして歩ける普通の強さの雨、並雨)でした。秋季奄美市大雨災害における、降水量の最大値78.5mm/h(滝のように降り、傘はまったく役に立たない、非常に激しい雨)は、10月20日(0日目)に名瀬で観測されました(<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>参照)。

降水量の最大値日の前月の9月20日(-30日目)から降水量最大値日の前日9月19日(-1日目)までの1時間降水量最大値は名瀬(-1日目)における26.5mm/h(土砂降り、傘をさしても濡れやすい、強い雨)でした。降水量の最大値日から+4日目以降11月19日(+30日目)までの1時間降水量最大値は福岡(+12日目)における22.5mm/h(土砂降り、傘をさしても濡れやすい、強い雨)でした。

関東南部大雨における6/4GHz準静止衛星通信回線設定例を示していただけますか。

関東南部大雨における1時間降水量最大値日前の-30日目から1時間降水量最大値日後の+30日目までの期間の1時間降水量最大値を用いて図1を参照し、算出した関東南部大雨における30/20GHz降雨減衰量例を図18に示します。7月1日(0日目基準)に勝浦で100dB/30GHz、館山で27dB/30GHz、横浜で60dB /30GHz、東京で10dB/30GHzです。

関東南部大雨における6/4GHz準静止衛星加入者回線概念を図19に示します。勝浦等で被災した地上加入者回線を救済する場合、勝浦等にヘリコプターで輸送設置の6/4GHz車載局は6/4GHz、30/20GHz準静止通信衛星を経由し30/20GHz東京総括局に接続します。

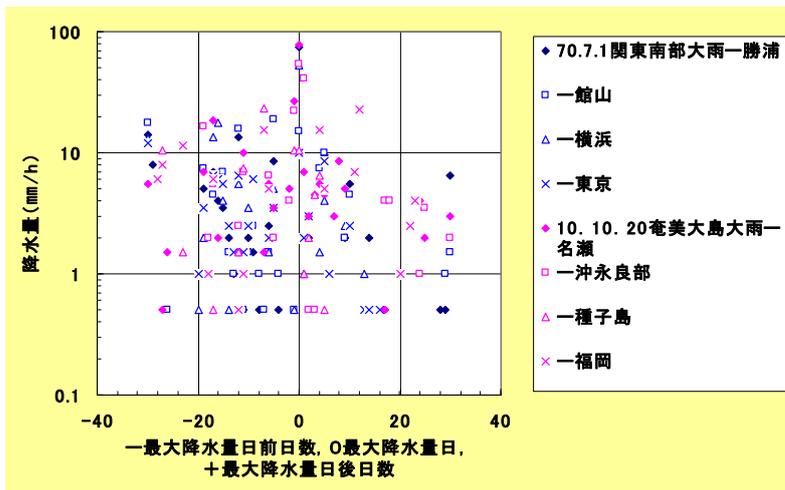


図17 関東南部及び奄美大島大雨における1時間降水量の推移

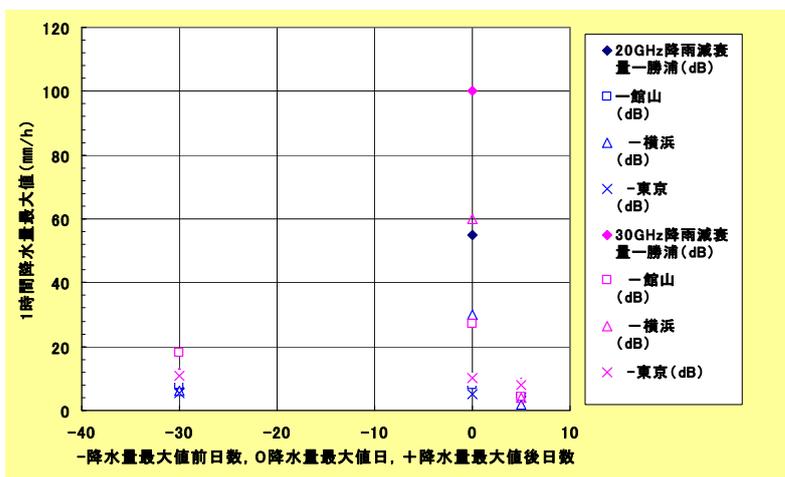


図18 関東南部大雨における降雨減衰量の推移

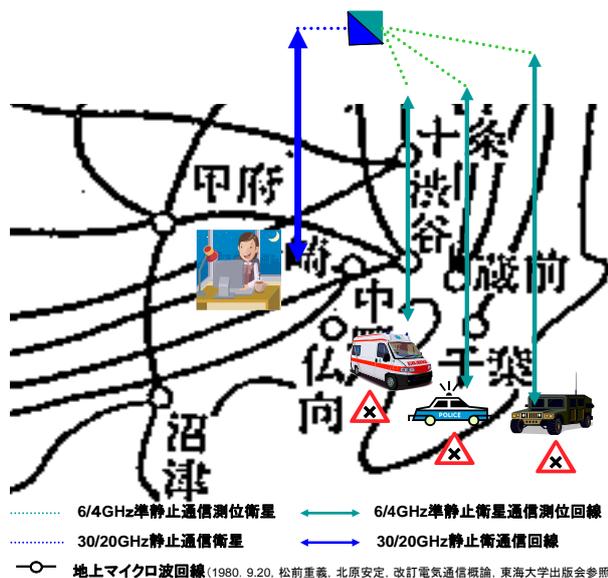


図19 関東南部大雨における6/4GHz準静止衛星加入回線概念例

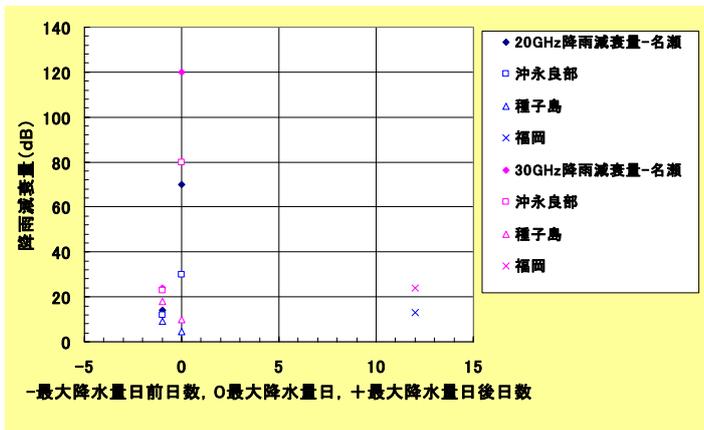


図20 奄美大島大雨における降雨減衰量の推移

奄美大島大雨における6/4GHz準静止衛星通信回線設定例を示していただけますか。

奄美大島大雨における1時間降水量最大値日前の -30 日目から1時間降水量最大値日後の+30日目までの期間の1時間降水量最大値を用いて図1を参照し、算出した奄美大島大雨における30/20GHz降雨減衰量例を図20に示します。10月2日(0日目基準)に名瀬で120dB/30GHz,沖永良部で80dB/30GHz,種子島で10 dB/30GHz, 福岡で0dB/30GHz です。

奄美大島大雨における6/4GHz準静止衛星加入者回線概念を図21に示します。名瀬等で被災した地上加入者回線を救済する場合、名瀬等にヘリコプターで輸送設置の6/4GHz車載局は6/4GHz, 30/20GHz準静止通信衛星を経由し30/20GHz福岡総括局に接続します。

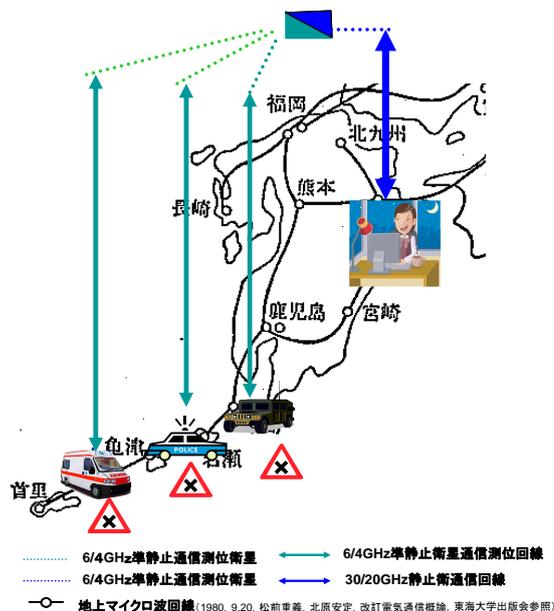


図21 奄美大島大雨における6/4GHz準静止衛星加入回線概念例

地震、台風及び大雨被災前平常時、被災緊急時及び被災後復旧時における静止及び準静止衛星回線の特徴をお話いただけますか。

地震、台風及び大雨の災害例に関して、大きな雨粒が滝のように降り、傘はまったく役に立たない、非常に激しい雨にも耐える全天候型の被災前平常時、被災緊急時及び被災後復旧時における静止及び準静止衛星通信回線の特徴を表1に示します。

本土内における被災した市外回線を救済する場合は、地上回線と衛星回線との間で瞬時相互切り替え機能を持つ、サイドダイバシティ技術を適用する、30/20GHz静止衛星通信方式が実用的と考えます。

また、本土内、中山間地域及び離島における被災した、市内加入者回線を救済する場合は、地上回線と衛星回線の瞬時相互切り替え機能を持つ、周波数及び地球局仰角ダイバシティ技術を適用する、コグニティブ6/4GHz準静止衛星通信方式が有効と考えられ、研究開発実用化と事業導入の加速が必要と考えます。

次回は、農山漁村の過疎地域におけるデジタルデバイド完全解消を目指す平常時衛星通信についてお話を伺います。磯彰夫氏の紹介文は、Space Japan Review, No. 69, August / September 2010のSpace Japan Interviewに掲載されています。■

表1 被災前平常時、被災緊急時及び被災後復旧時における衛星通信回線適用例

災害例	市外中継回線	市内加入者回線
阪神・淡路大震災	30/20GHz静止衛星通信	30/20GHz静止衛星通信
新潟地震		
第2室戸台風	30/20GHz静止衛星通信	6/4GHz準静止衛星通信測位
伊勢湾台風		
関東南部大雨	N/A	6/4GHz準静止衛星通信測位
奄美大島大雨		