

# 中山間地の孤立対策への アマチュア無線の活用

上野 勝利<sup>1</sup>・森 篤史<sup>2</sup>・中野 晋<sup>3</sup>・吉田 敦也<sup>4</sup>

<sup>1</sup>徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部准教授  
(〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町 2-1)

E-mail: ueno@ce.tokushima-u.ac.jp

<sup>2</sup>徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部講師  
(〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町 2-1)

E-mail: mori@opt.tokushima-u.ac.jp

<sup>3</sup>徳島大学環境防災研究センター教授  
(〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町 2-1)

E-mail: nakano@ce.tokushima-u.ac.jp

<sup>4</sup>徳島大学地域創生センター教授  
(〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町 2-1)

E-mail: yoshida@cr.tokushima-u.ac.jp

災害時の住民による自立的な通信手段確保の一手段として、アマチュア無線に着目している。平成20年岩手・宮城内陸地震では、大規模な山腹崩壊や落橋被害が発生し、中山間地の集落や行楽地が孤立した。現場に居合わせたアマチュア無線家が被災状況を通報し、孤立した多数の被災者が迅速に救出され、人的被害の拡大を防いだ事例があった。本論文ではまず、アマチュア無線の特徴を説明し、情報通信における自助、共助、公助の活動としてのアマチュア無線の意義を論じる。次に150 MHz帯の電波伝播予測や、VoIP網の構築、短波帯による狭隘な溪谷でのNVIS伝播の実験など、中山間地からの回線確保の試みを示し、通信手段としての有用性を紹介する。最後にアマチュア無線の有効活用のために必要な、法改正や非常通信に対応できる人材の育成プログラムの必要性について提言する。

**Key Words :** *isolation, emergency communication, self-help, community-help, public-help, amateur radio, NVIS, VoIP, skywave, broadband satellite, emergency communicator, community revitalization*

## 1. はじめに

本研究の目的は大規模災害等によって通常の公衆通信手段が不能となった場合に備え、住民による自立的な通信手段を確保する方法を確立し、地域の防災力を高めることである。

大規模災害では、行政による災害対応は、国家の基幹保持や大都市に重点が置かれる。したがって個々の地域住民に対する救援活動は、地域住民自身によって行わなければならないと予測される。行政はその点を明らかにし、住民の自助・共助組織である自主防災組織の組織化を支援しはじめた。災害時の活動を円滑に進めるためには、住民自らの自助努力による、他の事情に左右されない、自立的な通信手段を確保する必要がある。

2004年12月に発生したインド洋大津波や、

2005年に北米を襲ったハリケーンカトリーナ、2008年四川地震など大規模災害時には、アマチュア無線による非常通信が行われ、その有用性が再確認された<sup>1) 2)</sup>。ハリケーンカトリーナの事例に学べば<sup>2)</sup>、大規模災害時には、十分な通信設備の確保が困難であり、放送局や携帯電話網の空中線設備の損傷なども予想される。非常電源装置への燃料供給も含めて、十分な電源が確保できない恐れもある。地震をはじめとする自然災害では、災害の規模、地域、季節、時間、社会情勢によってさまざまな被害が発生する。過去や他地域の事例では有効であった対策が、将来の災害に対しても有効とは限らない。地域の特性に応じたさまざまな状況を想定し、創意工夫をもって臨機応変に対応することが要求される

本論文では、そのような状況での通信手段とし

表-1 最近の被害地震の発生件数と人的被害

発生年	件数	負傷者数	死者、行方不明者数
1996	4	26	0
1997	5	130	0
1998	5	14	0
1999	4	6	0
2000	7	210	1
2001	5	301	2
2003	6	7	0
2003	7	1,716	2
2004	9	4,925	68
2005	22	1,339	1
2006	4	13	0
2007	7	2,719	16
2008	6	672	24

てアマチュア無線に着目し、中山間地の孤立対策への活用について検討する。

## 2. 中山間地の孤立と自立的な通信手段の必要性

気象庁の統計<sup>3)</sup>によれば、阪神・淡路大震災の後、1996～2008年の13年間に、国内で人的被害を伴う地震災害は91件発生した。その結果、12,078名が負傷し、114名の方が亡くなった(表-1)。この間に最も犠牲者の多かった地震は、2004年に発生した新潟県中越地震である。この地震は、台風通過直後に中山間地で発生した直下型地震であり、豪雨と地震によって土砂災害が多数発生した。その結果、中山間地の集落が孤立し、災害時における中山間地の孤立対策の重要性が指摘された。

2005年に内閣府が行った孤立集落発生の状況調査<sup>4)</sup>によると、調査対象の25%にあたる17,451の集落で孤立の恐れがあると判定された。そのうち、消防団無線の整備はおおよそ25%の集落のみであり、衛星携帯電話や簡易無線の整備率に至っては、それぞれ2%程度と低い水準にとどまっていることが明らかとなった。

徳島県では、孤立の可能性のある集落のうち、通信手段を備えている集落はおおよそ30%であり、全国平均に比べると整備率が高いものの、2/3の集落では孤立時の通信手段がないのが現状である。中山間地では、豪雨や地震による土砂災害によって道路が被災し閉塞すると、電力も電話も同時に遮断され、ブラックアウト状態となる。山間地の特性からその復旧には多くの時間が必要で、減災のために孤立時の連絡手段の確保は重要な課題である(図-1)。

## 中山間地での孤立が危惧された

土砂災害による道路の被害

中山間地では、代替経路がない。

◎交通の途絶

◎電力線、電話線、通信線の切断



図-1 孤立時通信手段の重要性

アマチュア無線は、そのような状況下で、住民が自立的に情報通信手段を確保するための有効な一手段であると考えられる。

## 3 平成20年岩手・宮城内陸地震に見る「自助」、「共助」および「公助」

平成20年6月14日8時43分に発生した平成20年岩手・宮城内陸地震では、大規模な山腹崩壊や落橋被害が発生し、中山間地の集落や行楽地が孤立した。震源付近の行楽地では、大規模な地すべりと落橋により、観光バスやマイカーの行楽客48名が山中に孤立した。幸運なことに、現場に居合わせたアマチュア無線家が、市街地を走行中の無線家と通信できた。受信した無線家は直接警察に出向き、被災状況を通報し救助を要請した<sup>5)6)7)</sup>。孤立した耕英地区では、住民のS氏が自宅の無線機と発電機を用いて、集落の被災・負傷者の状況を通報し、人的被害の拡大を防いだ事例があった<sup>8)</sup>。被災情報の発信者であるO氏と、一関市内で対応した地域の無線クラブの会長のU氏に当時の状況を伺った。アマチュア無線を活用し、被害の拡大を防ぐことができた理由として、次の3点が挙げられる。

- 1 発信者は上級資格を有するベテランで、通信訓練に参加するなど、無線や救助の体制についてよく理解し、適切に対応できた。具体的には電話の輻輳を懸念し、警察窓口での口頭による直接の通報を依頼し、実行を確認した。無線を通じて必要な情報を入手し、孤立者が不要な不安感を持たないようにすることができた(自助の確立)。
- 2 直前の6月12日にも非常通信訓練が行われるなど、日ごろから「地域を守る」という防災意識を持った活発な地域の活動があり、発災当日も複数の会員が活動した(共助の確立)。
- 3 警察等と地域クラブが平時より連携しており、連絡体制が直ちに確立された。(公助の確立)

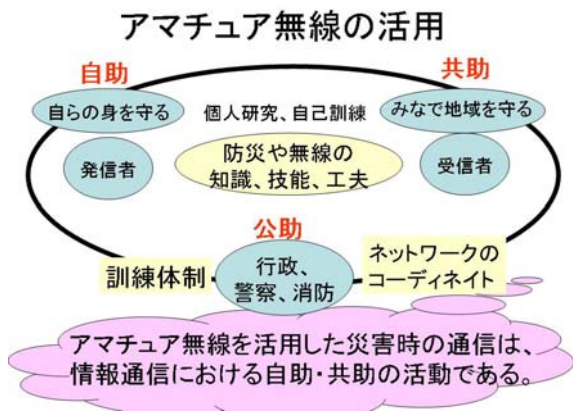


図-2 自助，共助，公助とアマチュア無線の活用

0氏は被災地にて一夜を過ごした。その際、地元気仙沼のアナログレピータ（無線中継器）をアクセスでき、友人を通じて自宅へ安否を知らせることができ、また心強かったと伺った。アナログレピータの有効性を強調されていた。

アマチュアによる災害時の通信は、情報通信における自助・共助の活動そのものである。図-2にその概念図を示す。普段のアマチュア無線の活動での、電波伝搬や無線機やアンテナ、デジタルモードなど関連知識の習得や、運用における工夫など、個人研究や自己訓練は、万一自身が災害に遭遇した際の自助力につながる。地域クラブによる講習会の開催や、同好の士の集まりなどの活動は、地域が被災した場合の共助力を涵養する。

災害に対抗するには、地域住民各々が持つ、様々な知識や技能、地域に対する想いを結集することが必要である。アマチュア無線の持つ、地域の防災力貢献へのポテンシャルを、行政や地域住民とともに再認識し、地域の特性に合致したシステムを構築することが大切である。行政には、地域に適した自助、共助の準備活動が効果的に行えるよう、レピータやVoIP網などのインフラ整備に加えて、人的ネットワークのコーディネートや訓練・教育体制の整備などを支援する責務がある。

#### 4 アマチュア無線の特徴とその周波数資源

アマチュア無線とは、福祉の増進のため、有資格者個人に対し、国際的に許可された無線通信に関する活動である。それはアマチュア業務として電波法施行規則 第3条16項に、「金銭上の利益のためでなく、もっぱら個人的な無線技術の興味によって行う自己訓練、通信及び技術的研究の業務をいう。」と定められている。そしてアマチュア業務を行なう無線局を、アマチュア局という。非常通信は、目的外通信として認められている。

アマチュア無線と他の業務無線は、相補の関係にある。図-3はアマチュア無線と他の業務無線

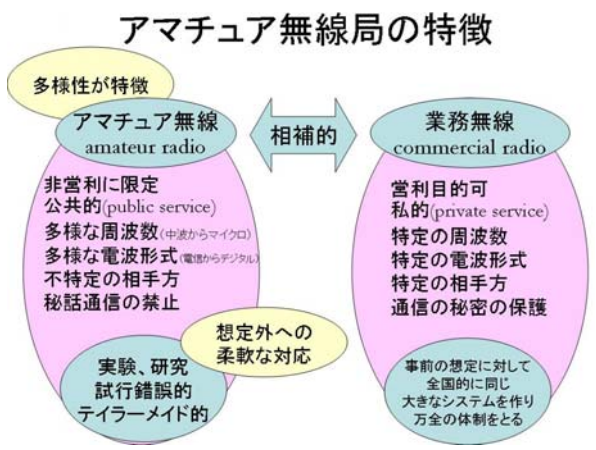


図-3 アマチュア無線局の特徴

との比較を示したものである。業務無線は通信の秘密が保護される、特定の相手方に対するprivateな通信業務であり、事前の想定に対して万全な体制を作るためのものである。秘密の保持や周波数の有効利用のため、デジタル化が進められている。通常個人で開設することはない。一方、アマチュア無線は、通信の秘密が保護されない、不特定のアマチュア局を通信の相手方とするpublicで非営利の通信に限定されている。また、個人的で訓練や実験・研究を目的とした試行錯誤的な業務であり、さまざまな周波数資源や電波形式が利用でき、多様性が特徴である。主体である無線電やアナログ音声通信に加え、画像通信やデータ通信も可能である。個人局と社団局がある。

表-2には、災害時に利用されるアマチュア無線以外の代表的な無線通信方法とその特徴をまとめている。防災無線（同報系）は、野外スピーカーや戸別受信機を介した市町村から住民への情報提供に用いられており、整備率は高い。アンサーバック機能のあるシステムでは、住民から市町村への情報発信も可能である。簡易無線やMCA無線システムは、一般の業務にも利用可能な無線である。地域防災無線は、公共施設等から市町村へ、双方向の連絡が可能である。KuLchは可搬型の非常用衛星電話であるが、孤立の恐れのある集落における整備率はまだ低い。

アマチュア無線にはLF帯の135kHz帯からEHF帯の249GHzまで、アマチュアバンドと呼ばれる24の周波数帯が割り当てられており、様々な性質の電波を利用できる。表-3は、電波の種類と特徴についてまとめたものである。一般に、電波は周波数が高くなるほど直進性が高くなる。そのため地形や障害物の影響を受けやすく、到達性が低くなる。また、送受信機や伝送路での損失が増えるため、エネルギー効率が低くなる。反面、高い周波数では混信が少なく、広い帯域を利用できるため、高速データ通信が可能となる。VLF帯からMF帯の低い周波数の電波は、地表面にそって伝播し、到達性が高いが、送信には大規模な空中線設備が

表-2 代表的な無線通信方法とその特徴

名 称	周波数帯	特 徴
防災無線 (同報系)	60MHz帯	スピーカー放送や戸別受信機。 役場から住民への一方向通信。ほとんどの自治体で整備済み。 デジタルへの移行が求められている。 中山間地での伝播特性がよい。
消防団無線	150MHz帯	H28年5月31日までに260MHz帯デジタルに移行。 伝播距離は数km程度。
簡易無線	150MHz帯 400MHz帯	一般の業務に利用可能。 固定機，車載機，携帯機あり。 伝播距離は数km～20km程度。
地域防災無線	800MHz帯	公共施設，学校，病院，自主防災組織などに設置。 平成17年度初めの全国整備率は，市町村数で10%程度。 中山間地での伝播特性は悪い。
MCA無線システム	800MHz帯 1.5GHz帯	中継局とIP-VPNネットワークを介し，全国のサービスエリア内で通信可能。地域防災無線の代替として，導入した自治体もある。 整備は市街地が中心で，中山間地はほぼ未整備。
NTT 孤立防止対策用衛星電話 (Kulch)	マイクロ波 Kuバンド	一般の電話と通話可能。非常時あるいは訓練時のみ使用可能。通話の有無にかかわらず，バッテリーの寿命は20分。

表-3 電波の種類

周波数	名称		主な用途	主な伝播方法
3～30kHz	VLF 超長波	アマチュアバンド	水中通信	表面波，地表波
30～300kHz	LF 長波		電波時計	
300～3000kHz	MF 中波		AMラジオ	
3～30MHz	HF 短波		短波放送	空間波（電離層反射）
30～300MHz	VHF 超短波		FMラジオ，テレビ，防災無線，業務無線，移動体通信	直接波，大地反射波
300～3000MHz	UHF 極超短波		テレビ，業務無線，無線LAN，移動体通信	VoIP
3～30GHz	SHF マイクロ波		衛星放送，衛星通信，高速データ通信	直接波，大地反射波 衛星通信
30～300GHz	EHF ミリ波		水蒸気や雨の影響を受ける。エネルギー効率悪い	

必要で，雑音も多い。HF帯では，電離層伝播によって小電力でも遠距離との通信が可能であるが，電離層は時々刻々と変化するため，2点間の通信に適した周波数も変化し不安定である。直接波や大地反射波によって伝播するVHF帯とUHF帯は，FM波を利用でき，アマチュア無線のほかにも自営系業務無線や防災無線などにも利用され，見通し内の移動体通信に適している。IPネットワークを介したVoIP無線も利用されている。1GHz以上の周波数では，広帯域の高速データ通信が可能となる。

大規模災害時の通信需要を満たすため，アマチュアバンドの積極的活用を検討すべきである。土地と同じように，電波の利用には周波数の排他的な占有が必要である。電波利用の多様化に伴い周

波数需要は年々高まっている。そのような中であって，アマチュアバンドには，広範な周波数資源が割り当てられている。これは，土地利用における公園や緑地のように，アマチュアバンドが周波数資源における公共用地の役割を果たしているからに他ならない。公園や緑地といった公共用地は，災害時に救援活動の拠点として利用される。それと同じように，災害時の非営利で公共目的の通信に対してアマチュアバンドを活用することは，公共の福祉増進の観点からも妥当と考える。

## 5. 電波伝播と中山間地からの回線確立

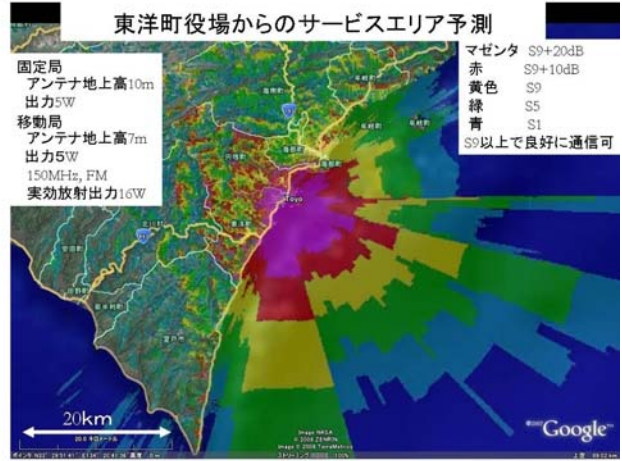
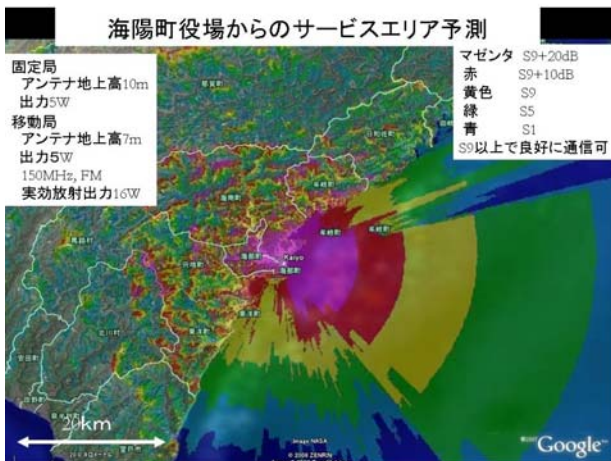
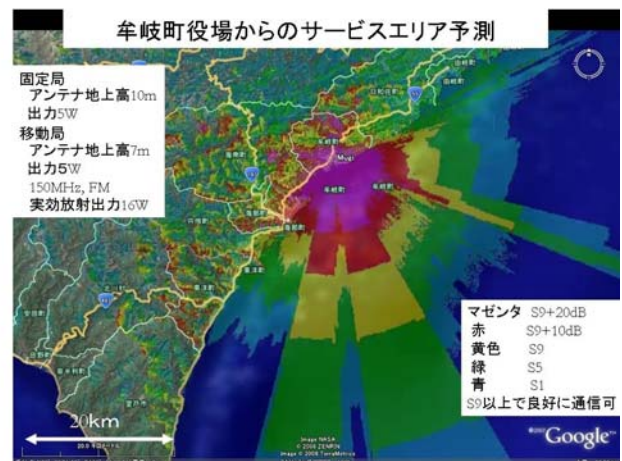
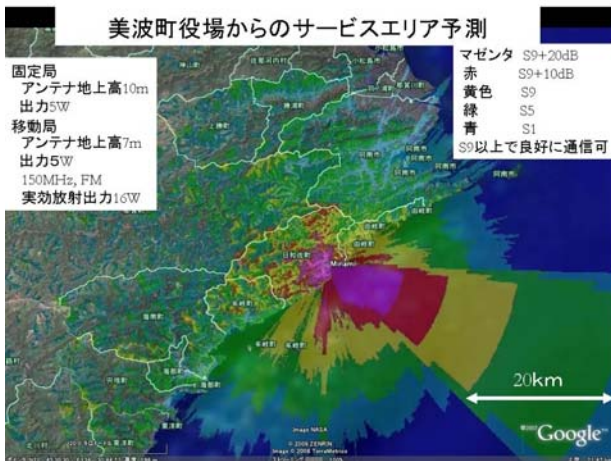
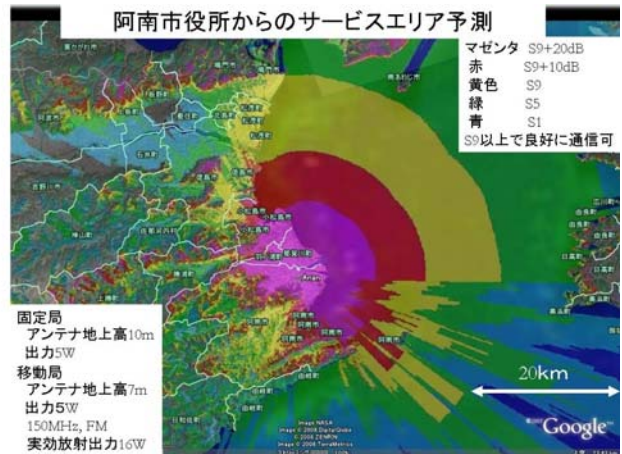
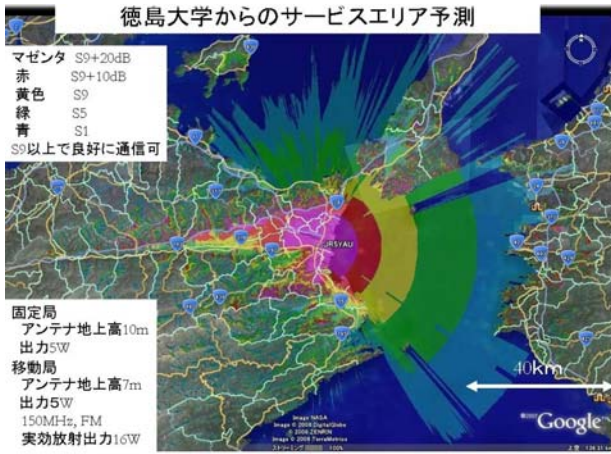


図-4 150MHz帯 電波伝搬予測 (徳島県臨海部)

(1) VHF帯(150MHz)の伝播予測

地域の自主防災組織や防災ボランティア団体のための検討資料として、VHF帯(150MHz)の伝播予測を行った。このバンドは消防無線や簡易無線、アマチュア無線に利用されている。VHF帯、UHF帯は電波形式にFMが利用でき、無線設備の操作が比較的容易で、明瞭な音声通信が可能であるため、初心者が取り組みやすい。伝播は直接波が主体で、地形の影響

を強く受ける。

計算にはSPLAT!<sup>9)</sup>というプログラムを用いた。SPLAT!には経路減衰の予測エンジンとして、Longley-Riceモデル( Irregular Terrain Model: ITM)<sup>10)</sup>が組み込まれている。このモデルは、V/UHF帯の移動体通信やテレビ放送を受信するために開発されたもので、不規則な地形の影響を考慮した経路減衰予測モデルであり、見通しやフレネルゾ

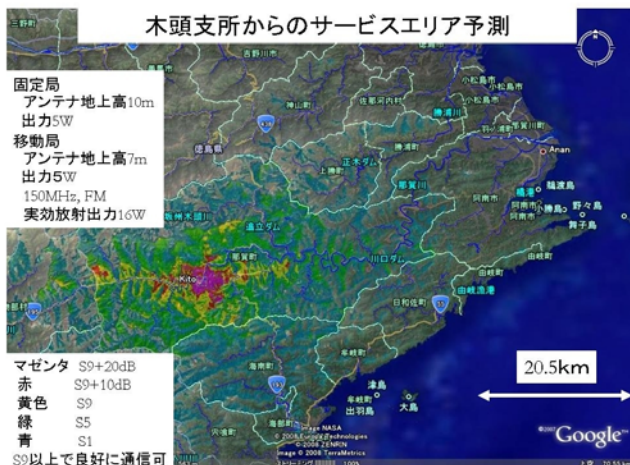
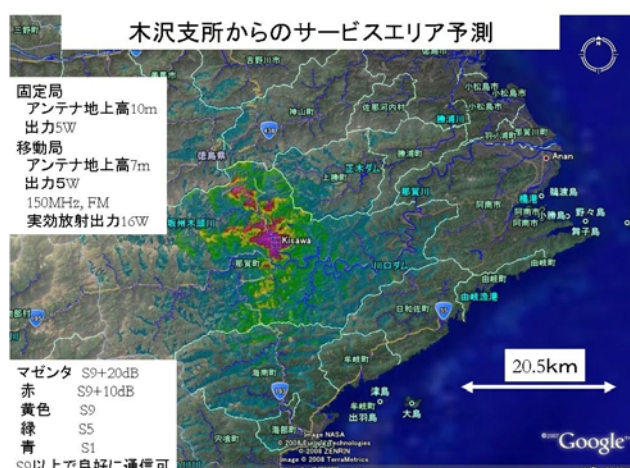
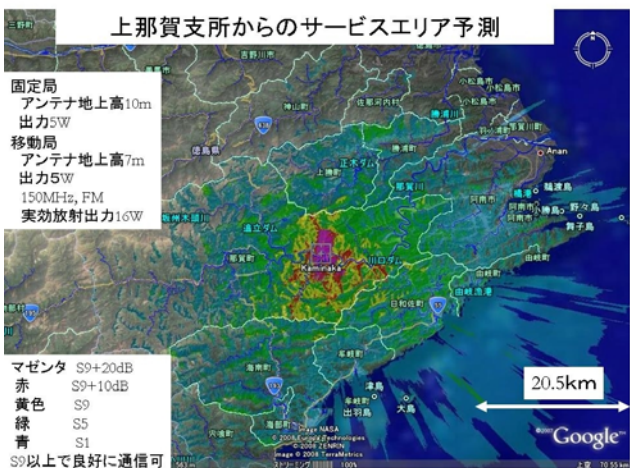
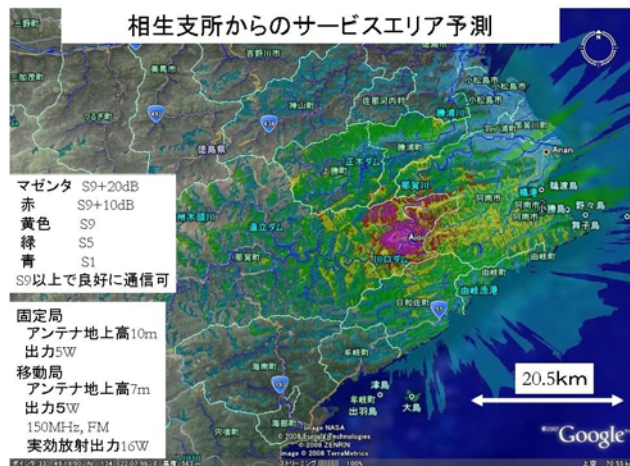
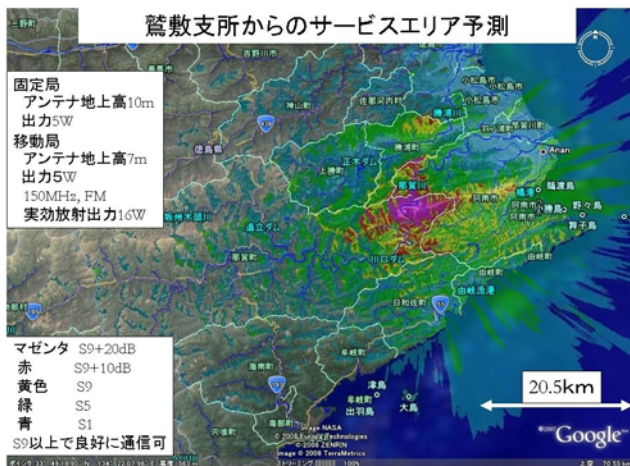


図-5 150MHz帯 電波伝搬予測 (那賀町)

の解析に加え、回折と散乱についても考慮している。今日においてもFCC(米国連邦通信委員会)による無線局や放送局の認可の判断に採用されており、オーソライズされた実績のあるモデルといえる。

地形データには、スペースシャトルの合成開口レーダーによる全球標高データベースである

SRTM<sup>11)</sup> Ver.2 を用いた。解析結果は Google Earth を利用して表示した。災害時を想定すれば、電源事情や利用可能な機器に制約があり、小型の携帯型無線機や車載無線機の活用が中心になると考えられる。そこで、出力5W、送信系と受信系のアンテナ利得を全体で5dBiと想定し、実効等方放射電力

EIRP=16W として解析した。アンテナは垂直偏波とし、地上高は基地局 10m, 移動局は一般家屋の屋根上を想定し 7m とした。なお、徳島大学工学部に設置した基地局を利用して伝播調査を行い、解析結果と測定結果は概ね合致していることを確認している<sup>12)</sup>。

図-4 に徳島大学工学部と徳島県臨海部の市町村役場からの伝搬予測結果を示す。徳島大学工学部のみ実際の無線局が開設されている。図では一般的な無線機の SINPO 感度を勘案し、信号強度 S 1 となるとき受信電力を -117dBm (ただし 0dBm=1mW) として青で示している。そして 3dB ごとに S が 1 つあがるものとし、S5=-105dBm, S9=-93dBm, S9+10dB および S9+20dB に色分けして図示している。マゼンタ、赤、黄色で示す S9 以上の地点で、良好な通信が可能と予測される。

大学から、鳴門市から小松島市までの臨海部と、石井町付近までの吉野川下流域の市街部をカバーできる。阿南市役所からは紀伊水道沿岸と、阿南市近郊の市街地をほぼカバーできる。美波町役場からでは、旧日和佐町域をほぼカバーできるものの、旧由岐町市街ならびに、志和岐、阿部、伊座利の水産集落への伝搬は弱い。牟岐町、海陽町および東洋町では、市街部と隣接地区の一部へ伝播するものの、やはり他地域への伝搬は弱い。県央の 2 地点は、平野部にあり見通し範囲が広く、VHF 帯の直接波伝播が効果的に利用できる。他方、県南部では、それぞれの地域が流域ごとに分水嶺によって区切られているため、他地域や後背の中山間地への直接の伝播は厳しいことがわかる。幸い海上には開けているため、高台に中継点があれば回線確保が可能である。日本赤十字社徳島県支部は、平成 21 年春現在、アナログレピータの設置を準備している。

中山間地の例として徳島県那賀町について解析した。那賀町では平成 16 年 7 月に発生した台風 10 号が、4 日間で 2,050mm (海川) という年間降雨量の 2/3 に匹敵する記録的な豪雨をもたらした。その結果、旧木沢村と旧上那賀町 (現在合併して那賀町の一部) では、大小 15 箇所、斜面崩壊、山腹崩壊が発生し、山間の温泉や中山間地の集落が被災・孤立した<sup>13)</sup>。この災害で、徳島県赤十字アマチュア無線奉仕団の団員が旧木沢村役場のアマチュア局の無線設備の整備を行い、通信確保に協力した事例がある。現在町役場と各支所に 5 つのアマチュア局 (社団局) が開設されている。

図-5 に那賀町役場と各支所からの伝播予測結果を示す。下流域の旧鷺敷町、旧相生町では、旧町内をほぼカバーし、阿南市の一部とも良好に通信可能である。しかしながら那賀町内の上流域の上那賀、木沢、木頭地区では、急峻な尾根に阻まれて、集落のある谷沿いには狭い範囲しか伝播しないことがわかる。

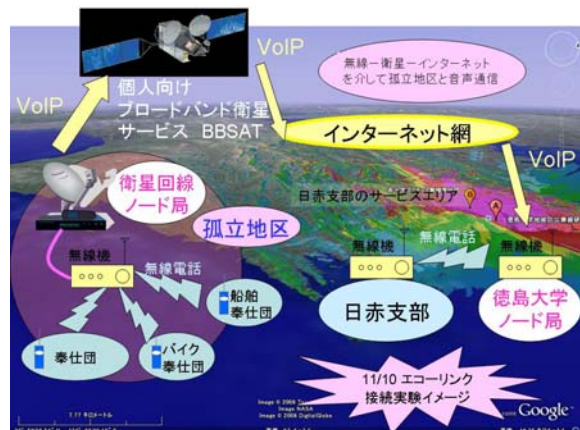


図-6 ブロードバンド衛星を利用した VoIP アマチュア無線

## (2) VoIP アマチュア無線

那賀町は ICT 未来フェスタの実施を機会に、図-5 の各支所の 5 つのアマチュア局を町の CATV 網に接続し、VoIP アマチュア無線網を構築した。これにより直接には通信不可能な各支所のサービスエリア内の無線機同士で、CATV 網を介して通信可能となった。たとえば直接には通信不可能な木頭支所のサービスエリア内の無線機と、鷺敷の町役場のサービスエリア内の無線機の間で、通信を行うことができる。また徳島大学のノードに接続すれば、図-4 に示すサービスエリア内の無線局と通信を行うことができる。

VoIP アマチュア無線とは、回線の一部をインターネットで中継したもので、那賀町では EchoLink と呼ばれるシステムを用いた。EchoLink は最も利用者の多いシステムである。ノードと呼ばれる中継局は、インターネットにつながった Windows パソコンとアマチュア無線機を、自作可能な簡単なインターフェースによって接続し構成する。地形的に伝搬が厳しい地域や、アクティビティの低い地域であっても、全国全世界から交信相手を見つけることが可能である。スペースシャトルの音声配信される NASA カンファランスや、BOUSAI カンファランスなど、地域やテーマごとのチャンネルがあり、必要に応じて接続できる。接続制御はノードのパソコン上か、クライアントとなる無線機から DTMF 信号を送出することによって行える。なお 2009 年 3 月 30 日より、VoIP 用専用周波数が指定された。山中であっても高頻度で交信が聞こえる周波数があることは、万一の場合に心強い。

VoIP アマチュア無線には、インターネットのバックボーンが必要である。しかし災害時には地上のインターネットも被災する可能性が高い。そこで日赤奉仕団、BBSAT LLC とともにブロードバンド衛星

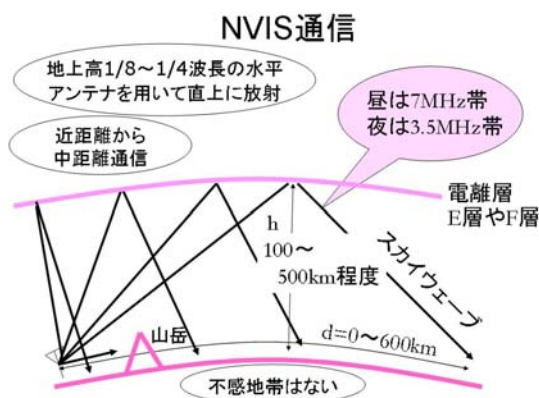


図-7 NVIS 通信

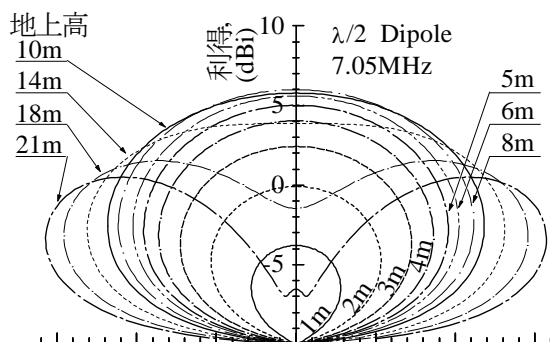


図-8 半波長水平ダイポールアンテナの鉛直放射パターン

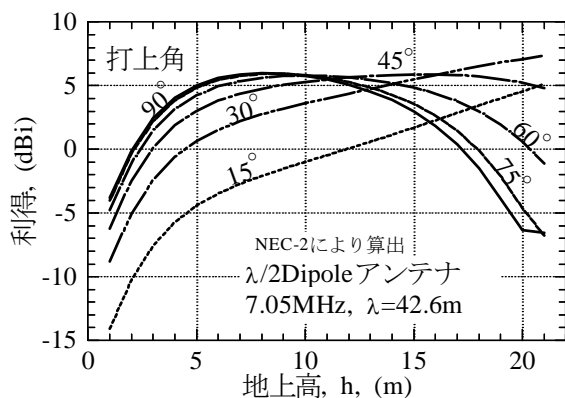


図-9 打ち上げ角ごとの地上高と利得の関係

を介した EchoLink の接続実験を行った (図-6) . ネットワークが複雑で設定に苦労したが, 無事リンクが確立し, 明瞭な音声の伝達が行えた.

### (3) NVIS 伝搬の試み

インターネット網などのインフラを必要としない中山間地からの通信方法として, Near Vertical Incidence Skywave (NVIS) による電離層伝搬がある<sup>14)</sup>. 図-7に NVIS の概念を示す. NVIS とは高角度に電波を放射し, 直上の電離層での反射する空間波 (skywave) を利用する伝搬で, 上空しか開けてい

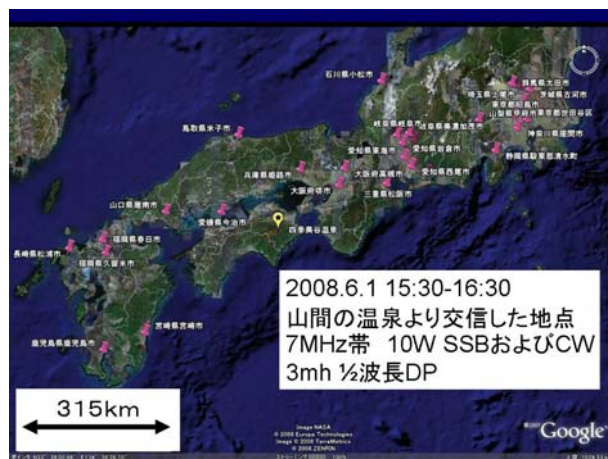


図-10 狭隘な山間の温泉地からの通信地点

ない狭隘な谷間からの山岳越えの通信手段として期待できる. 臨界周波数の 0.85 倍程度の周波数を用いると, 垂直に放射した電波も電離層で反射する. そのため, 不感地帯は生じない. 臨海周波数は季節や時刻, 太陽黒点数 (SSN) によって変動する. 最近の SSN の状況下では, アマチュアバンドでは日中は 7MHz 帯, 夜間は 3.5MHz 帯が適している. F 層が上空 300km 付近に発生したとすると, 打ち上げ角  $60^\circ$  で 350km,  $45^\circ$  で 600km が伝搬距離となり, 国内近中距離通信が NVIS に相当する. ほぼ真上への電波の放射は,  $1/8 \sim 1/4$  波長の地上高に, 半波長水平ダイポールアンテナを設置することにより実現できる.

NVIS に適したアンテナについて調べるために, NEC2<sup>15)</sup>による 7 MHz 用  $1/2$  波長水平ダイポールアンテナ (DP) の解析を行なった. 図-8は, 地上高と鉛直放射パターンとの関係を示したものである. また, 図-9は地上高と打ち上げ角ごとの利得の関係を示したものである.  $1/8 \sim 1/4$  波長に相当する 5~10m の高さに水平 DP を設置すると, 大地が反射板になり, 鉛直方向に 5dBi 程度の利得が得られることがわかる. より低い地上高では, より高角度に卓越するが, 地上高が  $1/10$  波長を下回ると利得は急激に低下することがわかる. 放射パターンは波長で正規化できるので, 図-8と図-9の地上高は波長に比例する. 従って図-8と図-9の地上高を 2 倍と読み替えば 3.5MHz 帯の結果となる.

中山間地からの NVIS 通信の実験を行った. 図-9はその一例で, 平成 16 年台風 10 号にともなう土砂災害で孤立した谷間の温泉地から発信できた地点を示したものである. 出力 10W の可搬型オールバンド無線機と地上高 3m に設置した水平  $1/2$  波長ダイポールアンテナを用い, 7MHz 帯の電波を利用して行った. 電源電圧は直流 12V なので, 車のバッテリーや太陽電池が利用できる. この実験では, 平成 20 年度の情報通信月間 (5/15~6/15) にあわせてスカイウェーブプロジェクト<sup>16)</sup>と銘打って, 8J5NVIS という特別な呼び出し符号の割り当てを受



けた。約1時間の間に120~580kmの範囲の、25局のアマチュア局と交信することができた。短波帯のコンディションは大きく変動し、特定の2局間の回線は不安定であるが、クラスタと呼ばれるインターネット掲示板から、運用情報が全国のアマチュア局に伝達され、多くの方の目に留まることにより、孤立地域からの情報発信の機会を保つことができた。VoIPとはまた違った形で、災害時におけるアマチュア無線とインターネットの融合システムの有用性を示すことができた。

スカイウエーブプロジェクトの期間中には地域の無線家の協力を得て、徳島県内各地から延べ1,000局程度との交信を行ない、中山間地からの通信確保の重要性について認知拡大に努めた。

## 6. 人材育成と法整備の必要性

中央防災会議の災害対策大綱には、アマチュア無線網との連携が必要と記述されている<sup>17)18)</sup>。防災NPOや自主防災組織へのアマチュア無線の導入も行われるようになってきた。たしかに、地方自治体と地域のアマチュア無線家の間で、災害時の協力協定が結ばれるなど、アマチュア無線による非常通信への対応について、古くから取り組んでいる自治体もある。しかしながら具体的にアマチュア無線を有効な非常通信手段として活用するために、どのような環境整備や教育・訓練を行えばよいかという研究は、ほとんどおこなわれていない。

その大きな原因として、アマチュア局の目的はアマチュア業務のみであることから、現行の法令の下では非常通信を目的としてアマチュア局を開設することは許可されていないこと、アマチュア無線で行われる非常通信の取り扱いを目的とした公的な無線局の制度が存在しないことが挙げられる。すなわち、図-1に示した自助—共助—公助のサイクルの中で、被災者から発せられた情報を受け取り、あるいは取り次ぐことを目的とした公助を担う無線局は存在していないのである。岩手・宮城内陸地震で見られたような非常通信の成功事例は、アマチュア無線家のボランティア精神と偶然の幸運に負うところが大きい。

一方、海外に目を転じれば、米国では、関連法令の冒頭で、アマチュア無線による自主的な非営利公共通信業務の推進を謳っており、産学官あがりの研究開発が活発に行われている。2003年には世界無線通信会議(World Radio communication Conference, WRC-03)でのアマチュア無線による国際非常通信が採択され、無線通信規則第25.3号ならびに第25.9A号として関連条項が追加された。また、2004年12月に発生したインド洋大津波を契機にアマチュア無線による国際的な非常通信に関する国際会議(Global Amateur Radio

Emergency Communications Conference)が発足し、継続的に開催されている。このように国際的にはアマチュア無線による非常通信の法整備が始まりつつある。

米国は「アマチュア業務」のほかに、非常通信を主体とする公共通信業務を加えた、「アマチュア無線業務」をFCCルール(日本の電波法に相当)内に定義し、無線通信規則との整合を図っている。この条文を根拠に、非常通信では必要不可欠な第三者通信を、国内通信に限りアマチュア局に許可している。米国では歴史的な経緯もあり、アマチュア無線による非常通信ネットワークがよく発達している。特に行政機関に非常通信に対応するためのアマチュア局を設置できることが、本邦との大きな違いである。さらに、非常通信を行う上での運用、電源やアンテナの確保、非常通信組織の組織化とマネジメントなど、さまざまな面での教育プログラムが、American Radio Relay League (ARRL)によって用意されており、Emergency communicator I, II, IIIという資格認定を行なっている<sup>19)</sup>。

米国の法令では、アマチュア無線業務のひとつとして、非常通信を主体とする公共通信業務も定義されている。アマチュア局の業務の定義に関する日米両国における違いが、非常通信に対する取り組みの大きな違いの根幹であると考えられる。そのため、本研究の志向する自助—共助—公助の仕組みを構築し、アマチュア無線の自主防災活動への活用を実現するには、まずアマチュア無線に関する法令を整備する必要がある。

米国を参考にするならば、日本でも現在のアマチュア業務に加えて、

- 1) 教育業務
- 2) 自主的な非営利公共通信業務

の2点をアマチュア無線業務として追加し、その効果的な実施のために、

- A) 第三者通信の許可：第三者の依頼による非営利な通信業務の許可
- B) 主任無線従事者制度：無資格者であっても有資格者の監督の下、アマチュア局の運用を体験できるようにする
- C) 市町村役場や消防署、警察署などにアマチュア局を設置できるようにする、あるいはアマチュア局と通信可能な無線局の新設の3点を可能とする必要がある。

災害時の通信ボランティア活動では、第三者からの通信依頼が生じる。平時における自己訓練をおこなうために、上記A)およびB)の許可が必要である。

米国においては各地のEmergency Operation Center (EOC)にアマチュア局も設置されており、地域のアマチュア無線ボランティアと協力し、災害対応を行っている。ハリケーンカトリーナの被害を受けたアラバマ州では、EOCに衛星電話やデジタル無線からアマチュア無線にいたるまで多様

な無線システムを配備し、担当者はそれらに習熟していたという。そのため、同じく被害を受けた他の2州にくらべ、通信事情は良好だったと報告されている<sup>2)</sup>。地域のアマチュア無線家による自助、共助活動をサポートし、公助との連携を図るためにも、上記項目C)の実現が必要である。

これまで法令におけるアマチュア無線による非常通信の扱いが不明確であるため、行政等によるアマチュア無線の積極的な活用が躊躇され、有効な非常通信手段として整備されてこなかった。現在、日本国内には300万人以上の有資格者がおり、米国をはるかに凌ぐ。そして往時に比べれば激減したものの、全国におよそ50万局のアマチュア無線局が開設されている。地域の地形特性、災害特性、社会事情などを考慮した、適切な非常通信に関する教育プログラムが、提供されたならば、この人的資源は地域の大きな防災力となろう。岩手・宮城内陸地震の事例によって、災害で「人」を救うのは「人」であることを改めて認識することができた。電波法におけるアマチュア業務の定義を改正し、アマチュア業務の社会的意義を法令中に明文化することによって、自助共助を担うアマチュア局免許人たち「個」の思いを「公」の仕組みのなかでしっかりと受け止め、地域の自主防災力へとつなげることが必要である。

## 7. おわりに

本論文では、岩手・宮城内陸地震の事例を参考に、住民自らによる自立的な通信手段の必要性について述べ、そのひとつとしてアマチュア無線の可能性について論じた。消防団無線やアマチュア無線に利用されている150MHz帯の伝搬予測を示し、中山間地からの回線確立の試みとして、VoIPアマチュア無線網の構築やNVIS伝播の実験を行なった。最後により実効的な活用のために、法的整備と教育プログラムの必要性について論じた。

最近、防災意識の高まりとともに、アマチュア無線の資格を取られる方が増えている。しかしながら、資格取得の後のケアがほとんどなく、折角の想いを萎れさせてしまっているのが現状である。アマチュア無線による非営利公共通信業務を可能とし、ARRLのEmergency Communicator資格のように、アマチュア無線や情報通信に関する技能認定とその指導者資格を創設し、教えあい、学びあう仕組みを作る必要がある。関係各位には、切にご協力お願い申し上げます。次第である。

## 謝辞

本研究は、財団法人電気通信普及財団平成18年度研究調査助成金、平成20年度徳島大学学長裁量

経費の援助を受けて実施したものである。一連の活動では、平成18年度徳島大学教育関係支援事業・社会貢献ならびに教育研究等支援事業、平成20年度情報通信月間行事の補助を受けた。研究会の立ち上げや活動には、今枝正夫 JST イノベーションサテライト徳島館長、小林和久本学元理事、石田義夫産学連携・研究推進課長、徳島大学病院清水裕次氏を始め、教職員の皆様に御協力頂いた。創成学習開発センターハムプロジェクトの学生諸君には、無線の活動でご協力いただいた。那賀町CATV岩本泰和室長、大西墨主事、企画情報課峯田繁廣課長、湯浅基弘主事には、体験イベントの実施やVoIP網構築にご尽力いただいた。ここに記して感謝の意を表す。

## 参考文献

- 1) ARRL(2004): "Asian Radio Amateurs Bridging Communication Gap following Tsunami", <http://www.arrl.org/news/stories/2004/12/28/100/>
- 2) US House of Representative (2006): Communications, *Failure of Initiative*, pp.163-181.
- 3) 気象庁(2008): 日本付近で発生した主な被害地震(平成18年~平成20年11月), <http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/higai/higai1996-new.html>
- 4) 内閣府政策統括官(防災担当)(2005): 中山間地等の集落散在地域における孤立集落発生の可能性に関する状況調査(都道府県アンケート調査)調査結果
- 5) 産経新聞(2008): 「趣味の無線に救われた」取り残された男性を救出, 2008年6月15日
- 6) 岩手日報(2008): 孤立地帯、無線が活躍 一関の須川岳, 2008年6月28日
- 7) CQ ham radio(2008): 特集-そのとき、ハムはどうする?-大規模災害とアマチュア無線, CQ ham radio, Vol. 63, No. 10, pp. 42-71
- 8) 朝日新聞(2008): 宮城の耕英地区 被災者救った開拓地のきずな, 2008年6月21日
- 9) Maghacane, J. A. (2007): SPLAT!: RF Signal Propagation, Loss, And Terrain analysis tool for the spectrum between 20MHz and 20GHz, <http://www.qsl.net/kd2bd/splat.html>
- 10) Longley, A. G., and P. L. Rice (1968): Prediction of tropospheric radio transmission loss over irregular terrain--a computer method 1968, ESSA Tech. Report ERL65-ITS67. Available from NTIS, Access. No. AD-676-874.
- 11) Farr, T.G. et. al (2007): The Shuttle Radar Topography, Rev. Geophys. 45, RG2004, doi10.1029/2005RG000183
- 12) 上野勝利, 吉田敦也(2007): 大規模災害に備え

- た住民自らによる自立的な通信手段の必要性和 VoIP アマチュア無線について，南海地震四国地域学術シンポジウム論文集「21 世紀の南海地震と防災—第 2 巻—」，（社）土木学会四国支部
- 13) 望月秋利，小田切七郎，中野浩，上野勝利，蔣景彩，山上拓男(2005)：徳島県における台風 10 号被害調査，2004 年四国地域連続台風による土砂災害，pp.149-176，(社)地盤工学会
  - 14) ITU(2005)：PART III Technical Annex, Some Technical Aspects of Disaster Communications, *Handbook of Emergency Telecommunications*, p.17, ITU
  - 15) Burke, G. J. and Poggio, A. J. (1981)：Numerical Electromagnetics Code (NEC) – Method of Moments-, Lawrence Livermore Laboratory
  - 16) 上野勝利(2008)：中山間地の孤立対策としてのアマチュア無線，CQ ham radio, Vol.63, No.10, pp.52-57
  - 17) 中央防災会議(2005)：首都直下型地震対策大綱，第 2 章膨大な被害への対応 ～地震に強いまちの形成～，p.16
  - 18) 中央防災会議(2006)：日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震対策大綱，第 2 章揺れに強いまちづくりの推進，p.17
  - 19) たとえば ARRL Certification and Continuing Education Program: Amateur Radio Emergency Communications Course Level 1 ～ Level 3, ARRL

## Utilization of Amateur Radio in Isolated Mountainous Village due to Disaster

Katsutoshi Ueno, Atushi Mori, Susumu Nakano and Atsuya Yoshida

This study pays its attention to amateur radio as an emergency communication tool in isolated mountainous villages due to disasters. Residents and excursion guests in mountainous area were isolated by large-scaled landslides and collapse of bridges, in the Iwate and Miyagi inland earthquake in 2008. Three amateur radio operators, among the isolated persons, established communication using their own radio equipments to request relief activities, and succeeded to reduce human damage from the disaster. The authors provide introduction of amateur radio as a public radio service, and discuss its roles and functions of the communication activities in disaster prevention, in terms of “self-”, “community-”, and “public-help”. Results of propagation analysis and some experimental activities, including construction of VoIP radio network, deployment of broadband satellite system and NVIS communication using ionosphere, are presented to demonstrate possibility of amateur radio as an emergency connection from isolated terrain. The authors strongly suggest necessities of development of training programs and amendment of regulations concern to utilize amateur radio for disaster prevention.