

# 香川地域継続検討協議会 第9回勉強会

日時：平成25年5月9日

13時30分～17時00分

場所：高松サンポート合同庁舎 あいホール

## 意見交換メモ



### 1. 話題提供

#### (1) 『2013年淡路島地震被害調査速報』(30分)

話題提供者：香川大学危機管理研究センター

副センター長／客員教授 岩原廣彦

2013年淡路島地震被害調査速報(発災3日後に調査)をご報告させて頂く。淡路島を震源としたM6.3の地震が発生した。ごく限られた場所で震度5弱から6強となっている。地震直後に動いた断層は、六甲・淡路断層帯や先山断層帯の関連が指摘されたが、現在、関係性は明確でなく未知の断層が動いたのでは？と言われている。震度3以上の観測点を見ると、揺れの大きい所は扇状地や海岸・埋立地等の軟弱な地盤であり、基盤岩からの地震動が増幅する事により大きな地震動が発生している。これらの場所は人間の主たる生活圏である事から、被害も発生する事になる。兵庫県南部地震(阪神淡路大震災)と淡路地震の疑似速度応答スペクトルを比較した。地震は、地震動の強さと周波数特性、継続時間が大きな要素となるが、兵庫県南部地震では加速度は500回、淡路地震では100回、周期は兵庫県南部では1秒程度、淡路では0.5秒と建物被害をもたらす周期1秒以上の振動は兵庫県南部地震の数十分の一程度であった。継続時間は洲本での加速度波形、NS方向で約349Gal(気象庁震度5弱)、継続時間は約7秒間で非常に短いという特徴がある。又、地震加速度応答スペクトルを見ると、0.1から0.3秒の卓越周期で、ちなみに木造平屋は0.2~0.4秒、木造2階は0.3~0.6秒というのが周期なので、木造平屋の卓越周期にほぼ近いと言える。淡路島地震の発生機構は基本的に東西方向に圧縮軸を持つを持つ逆断層である。兵庫南部地震は横ずれがあったが今回は逆断層で発生形態が違っている。本震と余震の分布図は北西方向に10度、深さ方向は60度の角度を持って断層面がある。幅6km、長さ8kmで面積にすると48km<sup>2</sup>当たりの部分が動いた事になる。淡路島の加速度は東

西方向の震度が卓越している。調査地点は、塩田新島、洲本市の2ヶ所である。洲本市は洲本川、陀沸川があり、この場所は川の扇状地である。河川堆積物が氾濫している所に、人々の住む都市が出来ており、地盤としては地震動が増幅し易い所にある。今回の調査はこの様な場所で行った。

洲本第一小学校ではグラウンドにクラックが発生していた。マスコミが押し掛けた為、校内には入れて貰えず、文献を調べてみた。第一小学校のある場所は発電所の調整池があった場所で、クラックの発生方向はこの調整池の堤防の方向とほぼ同じであるという発表もされている。消防署の屋上からの撮影では、永国寺墓所の墓石の倒壊が見られた。阿波、蜂須賀藩、稲田家のローソク型の墓石の多くが転倒している。小さな墓石の転倒は見られなかった。東西方向の振動が卓越していると言われていたが、規則性を検証した所、東西方向の屋根瓦が損壊を受けていた。又、南北方向の損壊も見られた。損壊数から見れば若干、規則性のある感じを受けた。淡路は瓦の産地で、まだらな色は手焼きの瓦、均一な物は最近の機械焼きの瓦で、まだら色の瓦が損壊しており、その色により古い時代に構築した建物が被害を受けていることが分かる。丸みのある瓦と平瓦を組み合わせた本瓦の屋根を持った所は非常に被害が大きかった。

兵庫県洲本総合庁舎(昭和44年11月の竣工)の内部に入れて頂いた。エレベーターは発災日と翌日は運転休止となり、15日より稼動していた。都市ガス配管損傷の為、ガスは使用不可との事であった。建物の隅角部にはせん断クラック、屋上フーチング部のクラックと多数のクラックが入り、耐震補強されていない様子であった。行政機関の庁舎は、速やかに耐震対策をすべき建物であると思う。

淡路広域消防事務組合本部前の洲本川沿いの盛土部にある道路面にもクラックが出来、陀沸川があり地盤の揺れが増幅し易い場所にすべり被害が集中していた。発災後2日経過し、対策が進み、多くの損壊を受けた地域は瓦礫の撤収が行われていた。空家の境界壁が崩壊してブロックが倒壊し、陀沸川の河川では3面張りコンクリートのジョイント部が変動していた。

炬口八幡宮鳥居では柱の境界部にクラックが発生していた。くさび根が開き、少しずれていた。別の神社では鳥居の笠木部分が中央部でクラックが生じ、石灯籠が少し回転した。文献によると加速度粒子軌跡の回転方向と墓石の回転方向が逆になるとあり、右方向からの加速度が推測される。このメカニズムは垂直方向ではなく並行もしくはある角度を持って力が入ったと予測される。鳥居の破壊イメージは水平方向地震力により2階の梁(貫)端部分が破損して落下し、2層1スパンラーメンが1層1スパンラーメンとなり一番モメントの大きい中央部(笠木)が破損したと推測される。

震度6弱を観測した淡路市淡路ワールドパークの調査では、道路横に液状化現象である粒子の細かい噴射孔、並びに噴射の痕跡が見られた。所々乾いて痕跡が失われている所もあった。駐車場の集水枡から噴出した砂の噴出跡、歩道の舗装ジョイント部から噴出した砂の噴出跡もあった。港湾では海岸堤防が沈下して段差が発生したり、埋立地の橋梁の橋台と段差が生じている所があった。

淡路島地震は内陸型の地震で、東南海南海トラフ地震との関係について、南海トラフにおける地震発生年と内陸活断層の地震の状況を見ると、南海トラフを震源とす

る地震が発生し、静穏期を経た後、内陸型の地震が頻繁に発生してきて、大きな南海トラフの地震が発生するという歴史的なパターンがある。

本調査のまとめであるが洲本炬口地区での被害は、耐震性が低い、高築年の木造家屋における屋根瓦の落下や、鉄筋が入っていないブロック塀の倒壊、耐震基準を満たしていないR C建物の壁材や梁部材にクラックの発生が見られた。この原因としては洲本市が洲本川の扇状地であり、地震増幅率が大きい為と考えられるが、その他の要因についても今後検討が必要である。災害発生時の復旧拠点となる行政機関の建築物の耐震化は急務である。今回調査した合同庁舎が機能しないと地域の復旧に支障が出るのは明らかである。又、沿岸部の埋立て地盤に液状化が発生したが、その規模は地震動が大きい割にはそれほど大規模ではなかった。その原因は地震動の継続時間が7秒程度と短時間であった事も一因ではないかと思う。現地で行った聞き取り調査では、行政機関の発災時の初動体制は上手く機能した様であった。これは被災規模が小さくエリアも限定されていた為と考えられる。

4月18日に淡路島のため池被害調査も実施した。(山中准教授調査：香川大学危機管理研究センター・研究員)淡路島には約22,800のため池があり、その内被害を受けたのは15カ所で、5カ所のため池については水位を下げて対応している。今回は田植え前のため池は満水であったが、決壊したり、致命的なクラックは発生しなかった。安全の為に水位を下げ経過観察をしていた。東風池の調査では道路盛土にはらみ出しは見られず、地震によるゆすり込みで道路盛土が圧縮変形を生じた様である。

災害廃棄物仮置き場の調査では被害が小さかった為かそれほど大量の廃棄物が持ち込まれた痕跡はない。分別も、うまく行われている状況であった。

## (2)『災害用衛星通信実験システムの研究開発-専門的技術者の不要な

衛星地球局の開発を目指して-』(60分)

話題提供者：独立行政法人情報通信研究機構ワイヤレスネットワーク

研究所宇宙通信システム研究室、研究員 鄭炳表

長く地震被害想定の研究をしており、その話しをさせて頂く。2010年のハイチ地震ではすぐに被害情報が入って来なかった。日本には数式・経験式・データベース等が多数あり遅くても5分位で情報が入ってくる。諸外国でもその仕組みが求められているがなかなか出来ない。日本は1960年台後半より20~30年間地道にデータを蓄積し、その結果、被害想定として利用できる様になったが、諸外国にはなかなかそのデータがない。そのデータをどう作っていくかという時にGIS・リモートセンシングの技術を使えばすぐわかるのではないかと思い10年間研究を続けてきた。研究の結果として、震源地があり、被害が多数出るであろう地域をマークしてデータを作成(地震発生後10時間)し、衛星データより建物一棟一棟の被害を詳しく分析して点で表し、それをうまく組み合わせて想定した結果と、実際の地震被害を比較した所、使えるシステムではないかという結論となった。情報があってもすぐには、現地に伝えられないのが現状で、その為に、今日の研究、WINDSの防災アプリの開発があると思っている。

3.11事件を機に、主なネットワーク通信は地上系が担い、衛星通信はバックアップ的な存在になっていたが、東日本大震災時に衛星通信が大変役立ち、それを機に重

要性が再認識された。地震以外の水害、山崩れ等で孤立する集落は日本に約 2 万カ所あり、内閣府の指示で衛星携帯の配備が行われているが、それでも 1 万カ所は非常時に孤立する恐れがある。

もう一点は、衛星と言えど電話、FAX、映像を送る等で使用の事と思うが、インターネット環境をそのまま衛星で使いたいという要求が出てきた。

今日使う衛星の名前は日本名できずな、英語では WINDS という。超高速ネットワークを有しており、非再生中継では最大 1.2Gbps/ビーム、再生中継では最大 1515Mbps/ビームの通信が可能である。本日は再生中継を使った通信をお見せする。

衛星の主なパーツは JAXA が作成し、中の交換機等を NICT で作成している。衛星が打ち上げられ 5 年経過しているが、後 5 年は使える見込みである。通信エリアは日本全国を含めアジア 10 都市をカバーしている。衛星にはアンテナが 2 本ありマルチビームは日本とアジア向け、もう一方の電子走査ビームアンテナの向きを変えることによりアジア・太平洋全域、地球 3 分の 1 をカバーしている。

防災というキーワードを用いて継続した研究活動を行っている。3.11 でご存知のように津波被害が生じると町に作ったネットワークが全てなくなってしまう。そういう場所にはメッシュにネットワークを貼り使う。具体的なイメージを作る為におもちゃのラジコン、Twitter、IP phone を用いてメッシュネットワークの接続実験をしたりしている。NICT が研究開発している「マルチチャンネル映像伝送システム」と「超広帯域インターネット衛星 WINDS」を用いて奈良の大極殿の 4K 超高精細映像及び 4K3D 立体映像を小金井までライブ中継する実験をした。

本格的な衛星活用の防災アプリケーション開発取り組みへの契機は 2010 年 10 月 27 日～31 日に沖縄県で開催された APEC で、被害想定 of 技術を展示した際に、総務大臣や各国首脳に説明し、そこに衛星と被害想定 of 技術を展示したことが、防災を本格的に考える契機となった。

東日本大震災時には気仙沼で救援活動を行う東京消防庁の部隊員と通信が出来る回線を提供した。自衛隊からも要請があり、松島基地と入間基地を結ぶ衛星回線も提供した。3 月 11 日の 20 時には大規模な火災が起これ、そこで東京消防庁の方々が活動されていた。その時の携帯電話基地局の停波局数 (NTT) は地震の発生直後は停電が多数発生し、徐々に解消していくものの、2 日間ずれて携帯基地局は停波し、最大で 6,000 局が停波した。衛星を考える際、地震発生後の 1 週間の対応が重要である。地震発生 of 2 日後に携帯電話・固定電話が繋がらない所をピックアップした所、アクセスし易い場所は復旧しているが、道の状況が悪かったりアクセスしにくい場所は殆ど通信が駄目になっていた。四国でも同じ様な状況が考えられるのではないか？

WINDS を用いた災害時対応としては消防庁、自衛隊の支援を行った。公共の通信インフラの途絶により殆ど of 通信が出来なくなった。無線も使えず情報伝達は勿論、指揮も取れなかった。気仙沼消防署の屋上と東京の大手町の屋上にもアンテナを設置し、衛星回線で接続、テレビ会議、IP 電話を使用した。電源がなく東京消防庁の車から電源を貰い通信が可能となった。当時に我々が派遣されアンテナを張った災害対策本部の南側の窓際は衛星携帯電話がずらっと並び常に混雑していた。被災地では救助・対策にあたる各組織とも唯一衛星を頼みの綱としていた。

自衛隊基地の支援としては、回線を使いEメールやインターネットでやり取りをしたいという要望で、松島基地と入間基地に直径1m程度のアンテナ(小型の地球局設備)を臨時に設置しNICT鹿島宇宙技術センターに設置の大型地球局と合わせ3拠点を結ぶ仮設のブロードバンド通信網を構築した。その際の現場からの要求を整理すると、2点間での電話会議、テレビ会議、インターネットは運用可能で、動画等大容量のファイルも送信出来た。高精細な映像や地図を使つてのやり取りは可能であったが高性能カメラを使う等、工夫は必要であった。なぜ地図を使つて情報のやり取りをするかといえば、例えば日本国内であれば、おおよその見当が出来ても、外国に部隊を派遣した際には現場の地理や情報がお互いに分からず、地図の映像を見せる事により場所や現状を把握する事が出来る。FAXやIP電話については資機材さえうまく使えばすぐに出来るが、なかなか受け入れられないのが現状であった。資器材の組み立てなどの作業が増えるとハードルが高くなる様であった。被災地で東京消防庁の車で移動の際には、携帯も無線も通じず、やり取りが全く出来ない状況であった。3.11からの教訓で移動中も衛星無線をうまく利用したいという要望があり災害用衛星通信システムの研究開発を進めている。

開発目的の1つ目は一般の方にも衛星を使つて貰いたい、2つ目は移動しながら通信出来るアンテナを作る事で、去年は3タイプのアンテナ、大型車載地球局(2.4m級アンテナ・電話回線のバックボーンとして使用可能)、小型移動体用地球局(60cm級アンテナ・今回デモンストレーションで使用)、フルオート可搬型地球局(1m級アンテナ)を作成した。フルオート可搬型地球局はKAバンドを使いアンテナ径は1m、75Wクラスで最大通信は上りで51Mbps、下りで155Mbpsでインターフェースはインターネットである。フルオート小型車載地球局はアンテナ径は65cm、20Wクラスで追尾制度は0.2deg、最大通信は上りで24Mbps、下りで155Mbpsでインターフェースはインターネットである。特徴は、通常、船舶が航海中は通信出来ないが、アンテナを取り外して船舶に搭載可能で、燃料の問題は発動発電機を搭載し、2日間ほど活動可能である。フルオート大型車載地球局は大容量で上り、下りともに155Mbpsとなる。

災害現場で使用の際のWINDSの地球局の強みは、大容量の伝送レート、可搬性、迅速性、移動性(エステマの電源使用で2日程度衛星通信可能)、通信の持続性、操作性(ボタン1、2個で簡単に操作可能)、耐災害性(災害に強い)がある点である。具体的な使い方については、移動体用地球局を使い、衛星による通信だけでなく、災害情報も収集出来る衛星車両として使用する。フルオート可搬局はワイヤレスメッシュと連携し、例えば避難所にネットワークを作る等、臨時的なネットワークを構築出来る。災害防災専用のアプリケーションを作ろうとしているが災害時に使うのは難しく、普段使っているシステムを災害時にも使用出来るようにしたい。

災害発生時の小型車載地球局の使い方として、緊急対応組織と一緒に移動中に、災害情報(道路の被害や通行可能な進路)を収集し、後発の部隊へリアルタイムで映像を配信し、情報共有する仕組みを考えている。もう一つは様々なセンサーと一緒に付ける事で、例えば被災地に向かう際、道路の段差をキャッチしてデジタル化し、データを一瞬にして送る事が出来る。他の車にスマートホン等段差を把握出来る機器を積載し(但し他の車より情報を送る手段はない)1カ所に集まった時に衛星を使い

情報を集約する事は出来る。

衛星電話の配備の際、インターネットの装置は衛星に合わせた特別な端末になってしまい一般の方には使いづらい。今後は、車に電話の交換機と小型のワイファイアンテナを積み、半径 5km 以内で不通に皆さんの携帯に繋がるようにしていきたい。

本日は災害用衛星通信実験システムの開発目的と研究概要、新しく開発した 3 種類の地球局について説明させて頂いた。今後は南海トラフ地域で災害緊急対応機関との連携を通し、社会的に衛星の基地局を使えるようにしていきたい。

## 2. デモンストレーションと意見交換

走行しながら衛星通信が可能な小型車載通信局のデモンストレーションを実施する。東日本大震災で緊急消防援助隊の消防車が被災地に入る場合、香川県も出動したが、衛星電話も繋がりにくく、なかなか本部との連絡もとれなかった。南海トラフの際には、高速道路、瀬戸大橋等の安全確認の為、一旦通行止めにし、車を走らせると思うが、リアルタイムの映像はすぐには届かない。その際、この小型車載局で道路や瀬戸大橋を走り、道路の通行は可能か、段差等の被災状況を国・県の災害対策本部に同時に配信する事により、情報共有や縦・横の繋がりも出来る。訓練で一度車を走らせながら、国・県さらには NEXCO も情報を共有し、対策を検討してはどうかと思う。皆さんがこのシステムを知り、災害時に活用出来ればいいと思う。積載の高精細カメラで昼間は 1~2 km 先、高台に登り、中継する事が出来る。

- (四国地整)道路管理者は震度が 4 を超えた時、道路点検で路面の状態や山側のり面、川側の斜面等をパトロールカーを一度走らせてから、状況を判断する。国や県・市も含めて同じである。車に乗り、人が目で見て判断する。映像はモバイルパソコンを使い情報を送れる状況ではある。整備局の災害対策用機械、四国の配備は、約 10 種類、93 台で、全国にはこの 10~20 倍位ある。固定しないと使えない衛星通信車は四国内で 6 台、空からはヘリコプター四国アイランド号(画像提供が出来る)、地上のアンテナで受け衛星経由で全国に送付、情報を整備局のネットワークに乗せ四県、希望の市町村、全国にも配信出来、現在も情報提供をしている。地震等の災害直後には四国内を整備局・保安庁・自衛隊のヘリコプターが飛び、現地の情報を収集している。
- (坂出市)ヘリ映像はどの位の精度で分かりますか?  
→(四国地整)全容が分かる程度。(人が判断出来る程度に見える)
- (香大)パトロール(道路の点検)で南海トラフの様に広域な災害の場合の戦略、国や県、道路の管理者の役割分担は決まっているか?  
→(四国地整)それぞれの道路管理者が速やかに点検に入る。通常時もパトロールしているのでその作業範囲を点検する事になると思う。道路が通行可能か、被害状況等は集約しないと意味がない。整備局では、集約システムを作成中である。
- (香大)この映像を同時にインターネットに流す事は可能か(一般のドライバー等に)  
→(四国地整)衛星区間は一本の長い LAN ケーブルのイメージである。その LAN ケーブルをどこに指すかは使われる所の判断による。グーグルへの配信はいつでも出来る。
- (香大)事業費はどこから?現在の台数は?  
→(宇宙通信)総務省の予算で作成し、全国で現在 2 台ある。衛星は固定しか認められていなかったが 3.11 が起こり、国が初めて移動体の免許をおろした。移動体しての

使い方は国際間でも調整されていない。今後、調整が必要である。

- (香大)被害の大きさを考えるとあらかじめ四国に何台かないと使えないのでは？  
→(宇宙通信)ここに来ている方々に声を上げる上げて頂きたい。国策として防災用の衛星の打ち上げも検討して欲しい。
- (愛大)①KAバンド(波長が短い)は、映像が乱れたり豪雨の影響を受けるのでは？  
→(宇宙通信)豪雨の影響を受けるが、例えば通信レートを下げると画質は粗くなるが通信は持続する。それも含め研究していく。
- (愛大)②台数が増えると転送速度が遅くなると思うが、対応策は？  
→(宇宙通信)必要な台数には、どれぐらいの衛星でないといけないか検討している。
- (愛大)③どこがオペレーションすると一番良いか？四国だと四国地整？県？  
→(宇宙通信)全て含め、仕組みとして考えていきたいと思う。
- (香大)この件に関しては、この検討協議会で機能別拠点をいくつか考えている。その拠点に向かう道路を優先的に整備することになれば連携等の話を具体的に詰めて行けると思う。
- (香大)道路の段差以外他のモニタリングセンサーも同載していく計画はあるか？  
多機能での判断は今後の計画にあるか？  
→(宇宙通信)個人的に温度計をつけたいが、他の効率も考え検討していきたいと思う。
- (香大)被災時には速やかな判断が必要となる。人間の目では見えない赤外線センサーを積載すると夜間にも活動出来るのではないか？  
→(宇宙通信)カメラの隣に赤外線センサーがあり、昼間は1~2km、夜は500m、相手に気づかれずに見ることが出来る。
- (香大)1台の費用はいくらか？  
→(宇宙通信)10台考えた場合は、消防車より少し上位で出来るのではないかと思う。
- (防災士)最終的に電話回線を使い、通信は出来るか？  
→(宇宙通信)電話の基地局は残っていても、電力事情やケーブル切断で使えない。衛星は最後の砦でもあるが、代替手段をいくつか持つべきである。
- (国土交通省)東日本大震災以降、衛星通信が注目されているが、民間のサービスと本日のシステムの違いは何であるか？  
→(宇宙通信)通信をギリギリ維持しながら動くのか、映像を送りながら動くのか、の違いである。建物や木さえなければ見ることが出来る。衛星全般ではインターネット衛星である。Iピスタが現在流行っているが、よく似ている。
- (愛大)④WINDSは後何年持つか？後継機はあるか？宇宙活用が遅れているのでは？  
→(宇宙通信)後3年は使える。それ以降は、国が通信衛星をしないという方向で話が進んでいたが、3.11以降、状況はかわりつつある。
- (愛大)防災の為に予算をつける、システム開発に予算をかけ、人の命を救うのは大切な事である。協議会を基に大きな声をあげ検討して頂きたい。日本は継続性がない。  
→(宇宙通信)前には衛星打ち上げに膨大な費用がかかったが最近では衛星そのものの値段が下がっている。打ち上げて維持するには、1千億円かかる。
- (香大)防災用にだけ使うのではなく、通常も有効な手段として活用する事は出来ないか？カルテ・携帯電話等、他でも活用する具体策はあるか？

→(宇宙通信)携帯電話に関しては車の中に交換機を積載出来る様になっている。7月頃までに出来る予定である。最近のインターネットの仕組みは大変早く細かい情報のやり取りがある。今回のシステムでは、衛星との送受信に0.5秒程かかる為、タイムアウトになる問題もある。改善策を検討している。

●(四国航空)フェリーに積載し、直接衛星に飛ばす時の技術的な課題はあるか？

→(宇宙通信)NICTでアンテナを開発、商品化し、消防庁が何台か導入している。飛行機の上にもアンテナを積載して実験しており来年の実用化を目指している。

●(四国地整)衛星の高さ、方向は運用上どの方向がよいか？

→(宇宙通信)停止衛星である為、南方向45度が良い。その方向に障害物があると電波が遮られる。但し20分迄なら通信が可能である。20分を超えると衛星が相手がいなくなったと認識し、コネクションを切ってしまう。貼り直しが必要である。開けた所は良いが山間部等、通信が困難な場所は、車を移動する。 以上(文責事務局)

### 3. 今後の予定

\*5月24日(金)13:00~14:00 第5回協議会 (高松サポート合同庁舎アイホール)

14:30~17:20 設立記念シンポジウム //

#### 🚗 デモンストレーション実施風景 (小型車載地球局)

