

## 昭和の宇宙に咲くCS「さくら」の開発から学んだこと

過疎地域における医療サービス拡充補完・補強の役割が期待される衛星通信 その2

アイソ・スペースネット・リサーチ代表取締役

磯 彰夫

**SJRインタビュー:**2月3月号において、過疎地域は、安全・安心な水や農林水産物等の食料、水力発電などの再生可能エネルギーの供給等、国民全体の安全・安心な生活を支える重要な公益的機能を有していることを説明いただきました。現行過疎法において、過疎対策の目標として「医療の確保」を掲げています。また、8月9月号において、健康増進と病予予防保健活動や医療拡充を支える、スーパーブロードバンド短距離無線国際標準技術規格(信号を送る、衛星通信ユーセッジモデル開発検討のため)、①死亡率(人口10万人当り死亡数(人))と過疎市町村対全市町村面積比(%)とが強い相関係数0.7を持つことや②医師数/市町村面積(人/km<sup>2</sup>)と過疎市町村対全市町村面積比(%)との相関係数は0.6で強い相関係数0.7に近い値であることを示していただきました。

死亡率と医師数/市町村面積(人/km<sup>2</sup>)との相関関係はどうなりますか。

参考:<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H12/H12HO015.html>

[http://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/jichi\\_gyousei/c-gyousei/2001/kaso/pdf/kasokon20\\_05\\_02\\_s3.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/jichi_gyousei/c-gyousei/2001/kaso/pdf/kasokon20_05_02_s3.pdf)

<http://www.ieee802.org/15/pub/TG3c.html>, <http://grouper.ieee.org/groups/802/11/Reports/>

<http://www.ieee802.org/15/pub/TG4j.html>, <http://www.ieee802.org/15/pub/TG6.html>

**磯氏:**47都道府県の死亡率(人/人口千人)と医師数密度(人/km<sup>2</sup>)との関係を図1に示します(<http://www.stat.go.jp/data/nihon/index.htm>を参考に作成)。

医師数密度(人/km<sup>2</sup>)の上位都府県は、1位東京18.1(7.8), 2位大阪11.9(8.5), 3位神奈川6.9(7.2), 4位福岡2.9(9.0), 5位愛知(7.6)です。括弧内は死亡率(人/人口千人)。また下位道県は43位福島0.28(10.6), 44位青森0.27(11.2), 45位秋田0.20(12.7), 46位岩手0.17(11.5), 47位北海道0.15(9.7)です。括弧内は死亡率(人/人口千人)。

死亡率(人/人口千人)yは医師数密度(人/km<sup>2</sup>)xとの回帰対数曲線は  $y = -1.23 \ln(x) + 9.7$  で表すことができます。死亡率(人/人口千人)yと医師数密度(人/km<sup>2</sup>)xとの相関係数は0.71で強い相関を示しています。

平成7年(1995)に発生した阪神大震災を契機に、高齢者は災害弱者と言われるようになりました。高齢者と死亡率の一般的な関係を説明していただけませんか。

都道府県の死亡率(人/人口千人)と高齢者65歳以上人口/総人口比(%)との関係を図2に示します(<http://www.stat.go.jp/data/nihon/02.htm>を参考に作成)。

65歳以上人口/総人口比(%)の県上位は1位島根29.1(12.4), 2位秋田28.9(12.7), 3位高知28.5(12.4), 4位山口27.5(11.8), 5位山形27.1(11.7)です。括弧内は死亡率:人/人口千人比です。

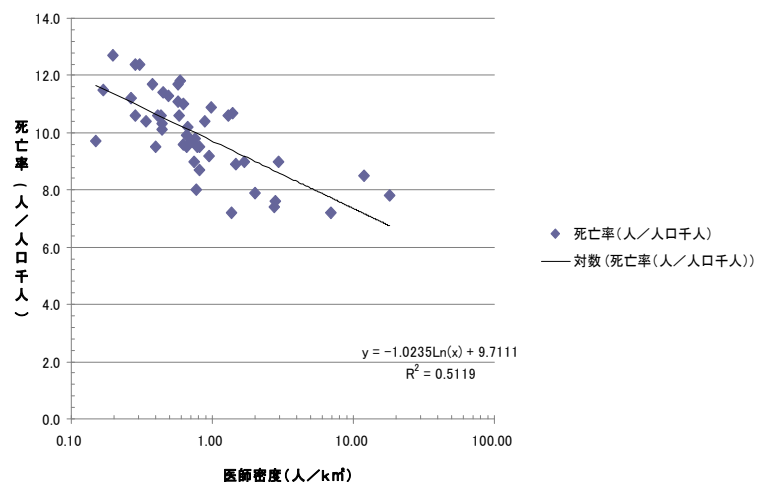


図1 都道府県の死亡率と医師密度との関係

- 医師密度(人/km<sup>2</sup>)死亡率(人/人口千人)の上位都道府県は1位東京18.1(7.8), 2位大阪11.9(8.5), 3位神奈川6.9(7.2), 4位福岡2.9(9.0), 5位愛知(7.6)
- 下位道県は43位福島0.28(10.6), 44位青森0.27(11.2), 45位秋田0.20(12.7), 46位岩手0.17(11.5), 47位北海道0.15(9.7)
- 相関係数:0.71

65歳以上人口／総人口比(%)の県下位は43位滋賀20.2(8.0),44位神奈川20.0(7.2),45位埼玉20.0(7.4),46位愛知19.8(7.6),47位沖縄17.5(7.2)です。(括弧内は死亡率:人／人口千人比です。)

都道府県の死亡率(人／人口千人)yと65歳以上人口／総人口(%)xとの回帰直線は $y = 0.5261x - 2.776$  で表せます。都道府県の死亡率(人／人口千人)yと65歳以上人口／総人口(%)xとの相関係数は0.95で強い相関があります。

**65歳以上人口の都道府県分布をご説明ください。**

65歳以上の人口(千人), 65歳以上人口の累積値(千人), 65歳以上人口の累積比(%)総人口(千人)及び65歳以上人口対総人口比(%)の都道府県分布を図3に示します(<http://www.stat.go.jp/data/nihon/index.htm>を参考に作成)。65歳以上の人口(千人)の都道府県上位は1位東京2,685(20.9), 2位大阪1,938(22.0), 3位神奈川1,790(20.0)です。括弧内は65歳以上人口対総人口比(%)です。下位順位は43位山梨210(24.2), 44位島根209(29.1), 45位佐賀207(24.2), 46位福井200(24.8), 47位鳥取153(25.9)です。括弧内は65歳以上人口対総人口比(%)です。1位東京から19位岡山までの19都道府県(40% =  $100 * 19 \div 47$ )の65歳以上人口20,319千人が65歳以上人口47都道府県総数人口29,006(千人)の70%を占めています。

**3.11地震・津波犠牲者における65歳以上の高齢者の状況を説明してください。阪神大震災における犠牲者や災害時に伝達された主な情報とメディアとの相違はどのようでしたか。**

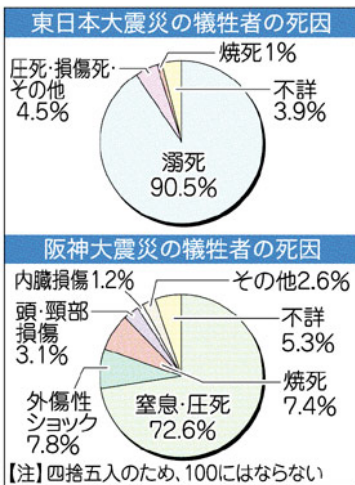


図4 3.11地震・津波の犠牲者状況

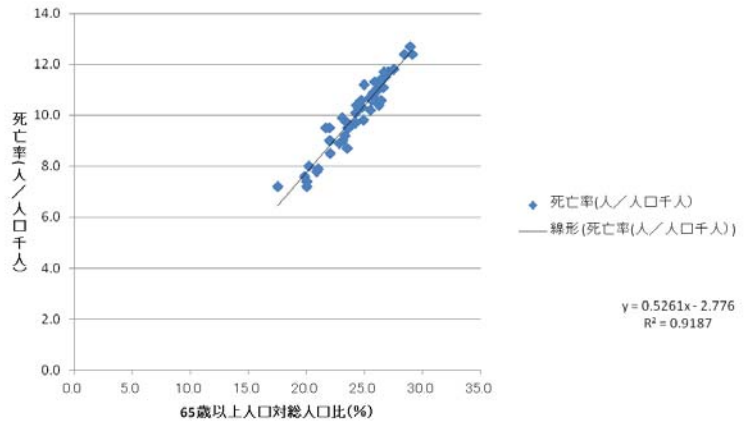


図2 都道府県の死亡率と高齢者人口比との関係

- 65歳以上人口／総人口(%) (死亡率(人／人口千人)):  
 - 上位県は1位島根29.1(12.4),2位秋田28.9(12.7),3位高知28.5(12.4),4位山口27.5(11.8), 5位山形27.1(11.7)  
 - 下位県は43位滋賀20.2(8.0),44位神奈川20.0(7.2),45位埼玉20.0(7.4),46位愛知19.8(7.6), 47位沖縄17.5(7.2)
- 死亡率(人／人口千人)と65歳以上人口／総人口(%)との相関係数は0.95で強い相関を示す

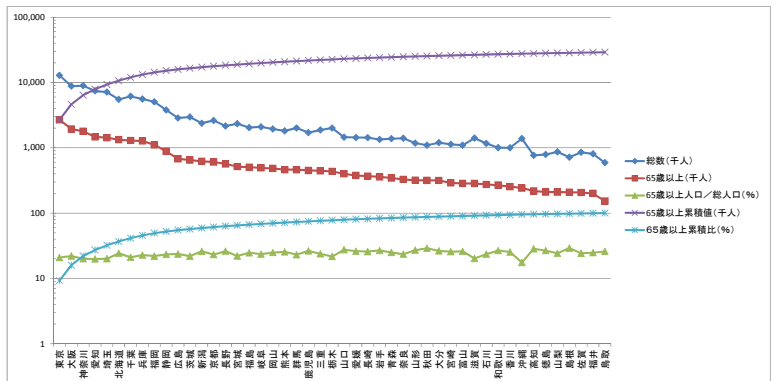


図3 65歳以上の都道府県人口分布

- 都道府県の65歳以上の人口1位東京から19位の岡山までの都道府県数は全国47都府県数の40%( =  $100 * 19 \div 47$  )
- 全国都道府県の40%占める都道府県に住む65歳以上人口20,319千人が65歳以上人口都道府県総数人口29,006(千人)の70%を占める

3.11地震・津波の犠牲者状況を図4に示します。岩手, 福島及び宮城3県の犠牲者は65歳以上の高齢者が55.7%(8103人)と死者の半数以上を占めています。また, 阪神大震災(1995年)犠牲者における65歳以上の高齢者の割合は49.6%です。

([http://www.kahoku.co.jp/spe/spe\\_sys1071/20110924\\_01.htm](http://www.kahoku.co.jp/spe/spe_sys1071/20110924_01.htm)参考に作成) 「3.11地震・津波大震災においては、発生当初からテレビ、ラジオなどのマスメディア、ケーブルテレビ、災害告知FM、地域新聞などのコミュニティメディア、ポータルサイトとしてのグーグル、ヤフー、阪神大震災の際にはなかったツイッター、フェイスブックなどのソーシャルメディアがそれぞれ独立して各種の災害情報の発信に機能するとともに、相互に連携、補完し合う、メディアミックスによる効果も上げた。また、固定電話、携帯電話

はインフラ施設が震災で破壊され、災害発生地における住民の安否確認等が限られた電話回線に集中し、電話回線が処理できる許容量をオーバーし、電話がつながりにくかった。他方、被災を受けにくい衛星電話は常時つながっていた。ツイッターがよく使われた理由の一つは、オリジナルサーバーがアメリカにあり高速・大容量のインターネット回線が海底ケーブルを使用しているため、被災しなかった海底ケーブルへの切り替えにより海外との回線が維持できた。例えば、3月11日、震災発生から1時間以内に東京からだけで毎分1,200件以上のツイートが投稿されている。またアメリカ時間(サンフランシスコ)の11日の終わりまでには「地震」という単語を含んだツイートが約24万投稿されている。3月15日からは安否情報を含むツイートを見易くリスト化したサービス「anpi. レポート」の提供を個人のツイッター登録者が開始している」等が報告されています(www.ndl.go.jp/jp/data/publication/refer/pdf/072803.pdf 参照)。

1995阪神大震災や2011.3.11地震・津波震災等の教訓から、高齢者等災害弱者への適切な災害情報伝達による、避難勧告や避難指示に基づく、避難行動対策は日本全国共通の課題であることが再確認されました。

高齢者等災害弱者を含む住民への適切な避難勧告や避難指示の伝達手段としては、自立電源を備えた防災無線、サイレン、自治会のトップ宛てのファクスなどに加え、住民が登録している緊急メール、エリアメール及びコミュニティFMラジオにも視覚及び(または)聴覚情報を配信する必要があります(http://mainichi.jp/select/opinion/editorial/news/20110810k0000m070123000c.html?inb=yt)。また、過疎地域の地上通信の不感エリアの住民に対しては、衛星通信の整備、防災訓練及び防災教育施策加速が必須と考えられます。

「石巻市のスーパーマーケットにおいて、仙台市の支社に連絡しようにも、緊急用の衛星電話さえつながらなかった」ことが報道されています。エンドユーザー相互の衛星通信回線障害原因と衛星通信回線構成法の今後の課題について述べてください。

報道例 「支店から支社へ緊急用の衛星電話さえつながらない」を図5に示します(http://www.kahoku.co.jp/spe/spe\_sys1072/20110724\_01.htmを参考に作成)。(1)地震の影響を避け、担当者が居室から別の場所に避難し、受話器を取り上げなかった。電話回線は正常に機能していた。(2)通話先の商用電源供給型電話機が停電により通話不能になっていた。(3)フィーダリンク地球局から仙台支店までの地上回線が地震で被災し障害となり、衛星回線フィーダリンク伝送信号を仙台支店設置電話機において送受信できなかった。(4)通信衛星の不具合故障のため、衛星電話機が通信衛星経由でフィーダリンク固定局との間で回線設定が不可能であった。

(3)は複数フィーダリンク地球局を東日本や西日本に現用と予備構成で配置し、地上通信回線のバックアップ・フェイルセーフ・迂回ルート機能を設定することにより、解決できると思います。

離島を救った海の事件・事故118番衛星電話例を図6に示します(http://www.kahoku.co.jp/spe/

東日本大震災で亡くなった岩手、宮城、福島3県の人たちの死因の90.5%は、津波による溺死だった。プールなどで死亡する場合と異なり、津波の水圧や水流などが大きな影響を与えていた。検視に携わった専門家は「なぜ犠牲になったのか、法医学の面からの検証も必要だ」としている。

<高齢者が過半数> 警察庁が3県の県警を通じ、8月31日までに検視を終えた1万5689人の遺体の状況をまとめた。そのうち、溺死が1万4204人だった。次に多かったのは、倒壊した建物の下敷きになったり、津波で流され、体を打ち付けたりした圧死・損傷死・その他の4.5%(709人)。焼死は1.0%(159人)だった。死因が特定できない不詳は3.9%(617人)。身元が確認できた1万4553人を年齢別にみると、10歳未満が3.2%(465人)、10代が2.8%(414人)、20代が3.5%(505人)、30代が5.6%(813人)、40代が7.3%(1063人)、50代が12.2%(1775人)、60代が19.1%(2784人)、70代が24.4%(3557人)、80歳以上が21.8%(3177人)だった。身元が確認された人のうち、65歳以上の高齢者は55.7%(8103人)と死者の半数以上を占めた。男性は3641人、女性は4462人。多くの高齢者が津波から逃げ遅れ、犠牲となった実態があらためて浮き彫りになった。

<阪神とは異なる> 阪神大震災(1995年)では、倒壊した建物の下敷きになる窒息・圧死が72.6%で最も多かった。犠牲者における65歳以上の高齢者の割合は49.6%で、65歳以上の高齢者が犠牲者の半数を占める点で今回の震災と共通するが、死因は大きく異なっている。窒息・圧死がほとんどで、次いで外傷性ショック7.6%、焼死7.4%の順だった。東日本大震災後、宮城、岩手両県で約170人の遺体を検視した杏林大医学部の高木徹也准教授(法医学病理学)は「津波による遺体は、海や川、プールで亡くなる『狭義の溺死』と異なり、水圧と水流、漂流物という三つの要素による影響が色濃く出ている」と指摘する。

阪神大震災では建物が倒壊した教訓から、住宅の耐震化などが進んだ。高木准教授は「遺体の損傷状況などから、多くの尊い命がなぜ失われたのか、法医学の面からもさらなる検証が必要だ」と強調している。



#### 図5 支店から支社へ緊急用の衛星電話さえつながらない

あの日、激震が襲った午後2時46分の後、想定外はまず、午後3時半ごろに起きた。客を全て屋外退避させた直後、駆けつけた警察官から「津波が迫っている。客を屋内に誘導してほしい」と求められたマニュアルは店内の安全を確認するまで、客の入店を認めていない。仙台市の支社に連絡しようにも、緊急用の衛星電話さえつながらない。津波は確実に市内に迫っていた。「緊急事態だ」。秀方さんは即決した。約900人を屋上へ誘導する。雪が降り始めると、2階の飲食コーナーを「臨時避難所」として開放した。そのころ、店長の奥村博司さん(55)は、2階事務所の緊急対策本部で別の判断を迫られていた。「食料や水、毛布などを大量に分けてほしいと、企業や病院などから要請が来ています。どうしますか」。店の幹部が厳しい表情で尋ねてきた。倉庫には7000万円分の商品在庫があり、3分の1は緊急食料として利用できる。無償提供は多額の損失になる。後から支払いを請求するには金額の把握が必要だが、その余裕はない。「差し上げなさい」。奥村さんは迷わず告げた「提供先への請求はこの時点であきらめた。あくまで独断。支社と連絡がつかない以上、自分たちでやるしかない。腹をくくった」。奥村さんは振り返る。奥村さんも秀方さんも初日から「長期戦になる」と覚悟していた。「食料や水を求めて住民が押し寄せてくるだろう。避難者を受け入れた以上、断れない」。奥村さんらは被災者を支援すると決めた。翌12日には早朝から店頭へ人があふれ、約2000人分の菓子や飲料を無料で配った。午後には災害協定を結ぶ石巻市の職員が「市内の避難所用に丸ごと売ってほしい」と、棚にあった食品の提供を頼みに来た。13日昼すぎには、男性2人が全身ずぶぬれで避難してきた。浸水した建物から救助され、市中心部から逃れてきたという。衣料課長の福永千尋さん(38)は「市内はまだひどい状況なんだと思い知らされた」と語る。市内のライフライン寸断と食料不足。緊急避難所は3月25日まで続いた。従業員はこの間、食料配給や物資確保など1班約30人の4班体制で対応。薬剤師は急病人のケアに当たった。営業を再開したのは31日になってからだった。自宅が津波で流失し、12日から閉鎖まで身を寄せた会社員の男性(48)は「営業もせずに、不眠不休で私たちのために働いてくれた。感謝しきれない」と話す。石巻市によると、市内最大の指定避難所が受け入れた避難者は、ピーク時で約3000人。イオン石巻の受け入れ者数はほぼこれに匹敵する。企業が自治体と結ぶ災害協定は通常、物資提供などにとどまる。宮城県によると、大型店など民間商業施設が避難所に指定されているケースは、県内にないという。企業は災害時に何ができるのか。イオン本社は「災害マニュアルを改定し、店舗の役割に非常時の避難所機能を盛り込むことも検討している」と説明する。

#### 図6 離島を救った海の事件・事故118番衛星電話

宮城県女川町の離島・出島(いずしま)。巨大津波に襲われ、島民らが一時孤立する事態に陥った。外部との連絡が途絶え、不安の中で一夜を過ごした島民は、翌日午後には陸上自衛隊のヘリコプターで全員が石巻市に無事搬送された。震災直後の混乱の中での「スピード救出」。それを可能にしたのは、1台の衛星電話だった。養殖業が盛んで、釣り客にも人気の出島は人口約450人。地震発生時は350人前後が島にいたと推定される。3月11日の津波は「高さ20メートル近かった」と島民たちは証言する。養殖施設や漁港に係留していた船はあっという間に流れ、付近の家々も壊滅。町災害対策本部は後日、出島で13人が死亡、11人が行方不明だと確認した。津波を逃れた住民たちは島の中央部の山を駆け登り、多くは山頂付近の女川四小・二中の校庭に避難した。下校時間を迎えていた27人の児童・生徒も身を寄せ合っていた。気温が下がり、雪が吹き付けた。島民は体育館や教室に入り、近くの民宿などから運んだ毛布にくるまった。次第に、自分たちの置かれた深刻な状況が分かってきた。情報源はラジオだけ。電気・水道が止まり、携帯電話やインターネットも使えない。飲料水は残りわずか。夜が更けるにつれて不安と焦りが募った。12日早朝、外部と連絡を取ろうと教職員らは校庭の雪を払い、石灰で大きく「SOS 水 むせん」と書いた。数機のヘリが上空を横切ったが、気付かないのか、そのまま通り過ぎていく。

「連絡方法は一つ」。出島地区の赤坂宏介区長(70)は必死にがれきの中を走った。島には町から配備された2台の可搬型衛星電話がある。出島、寺間の両区長の家には1台ずつ置かれていた。漁港に近い自宅の1台は水没してしまった。もう1台は寺間地区の高台に立つ植木千夫区長(68)宅にある。寺間地区に着いた時、植木さんは沖に出た漁船で一晩過ごし、家に帰る途中だった。「出島区長が来てる。早く戻って」。遠くから自分を呼ぶ住民の声を聞いて、植木さんは「衛星電話を取りに来たとすぐに察しがついた」。走って戻り、家に無事残っていた衛星電話を手渡した。衛星電話は学校に運ばれ、当時女川四小校長だった今野孝一さん(51)が通信を試みた。訓練以外に触れることのない衛星電話は、バッテリーが切れていた。近くの道路工事現場の発電機から電源を取った。慎重にアンテナの向きを調整すると、受話器から発信音が聞こえる。今野さんは女川町や県の防災関係機関に次々と電話をかけた。だが、一向につながらない。少し考えて、ここは海の上だと気付いた。かけたのは海上保安庁の「118」。「救助要請ですか」。頼もしい声が耳に響いた。電話から約2時間後の午後1時ごろ、陸上自衛隊のヘリが島に降り立った。30人乗りの大型ヘリ2機が、島と石巻市総合運動公園との間を何度も往復した。全員を搬送し終えた時は午後5時を回っていた。島民たちは「われわれは運がよかった」と振り返る。万が一に備えて数年前に配備された衛星電話。1台は偶然高台にあった。学校の近くが道路工事中で、発電機が使えたことも幸いした。いずれが欠けても「細い糸」はつながらなかった。出島は今も電気・水道が止まり、島民は昼間、がれきの撤去などで島に渡りながら、夜は本土で避難生活を送っている。NTTドコモ東北支社によると、応急処置によって出島で同社の携帯電話がほぼ使えるようになったのは、震災1カ月後の4月10日だった。

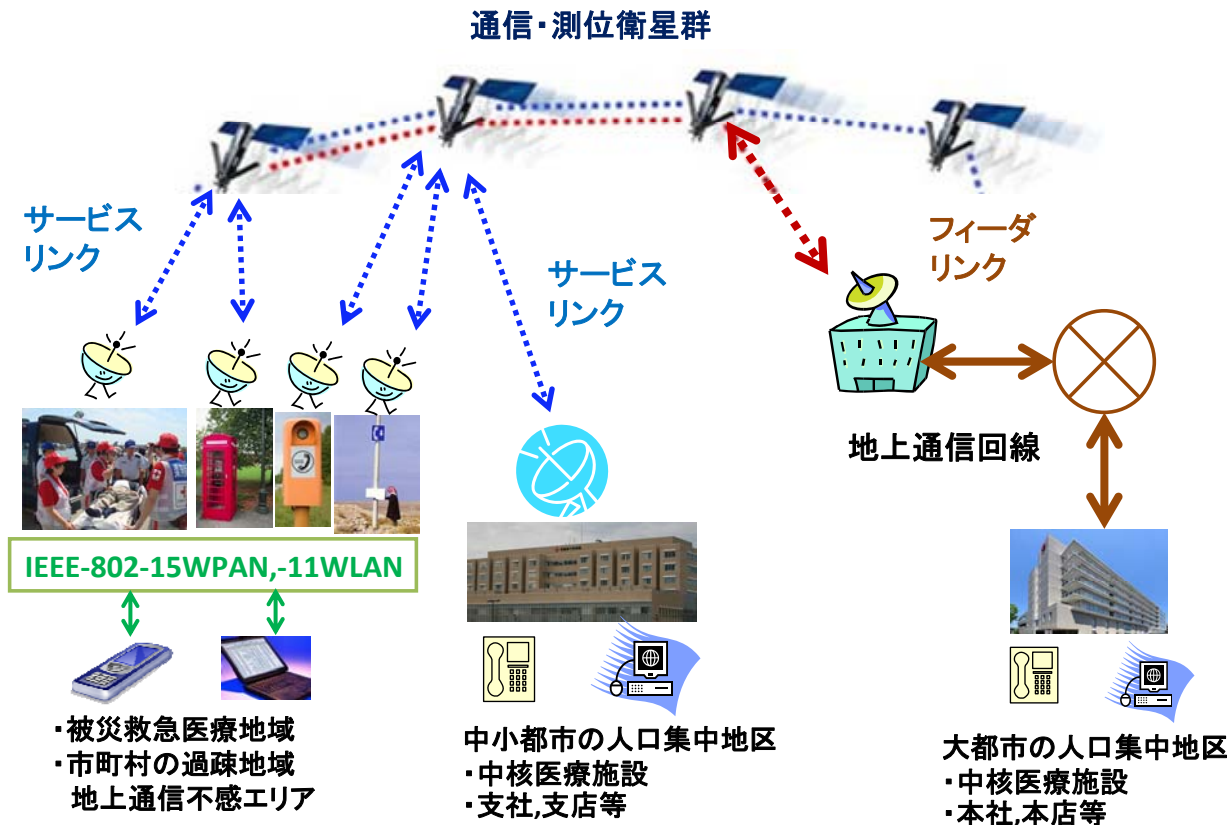


図7 衛星間中継の衛星通信システム例

spe\_sys1072/20110608\_01.htmを参考に作成)。

衛星端末の自立電源機能、現用と予備衛星端末から成るバックアップ・フェイルセーフ構成機能及び自治体リーダーの人命救助使命感に基づいた、臨機応変措置行動と電気通信事業者、海上保安庁、陸上自衛隊及び医療機関等の中央防災会議関連機関の連携運用が、約300人の島民救助に結実した例と考えられます。

③と④は衛星通信回線構成法に起因しており、衛星端末 ↔ サービスリンク ↔ 通信衛星 ↔ フィーダリンク ↔ 地上回線 ↔ 地上通信端末との構成を、衛星端末 ↔ サービスリンク ↔ 通信衛星間中継群 ↔ サービスリンク ↔ 衛星端末の回線構成に切り替えて回線設定することにより、解決されると思います。

衛星間中継の衛星通信システムの構成例を図7に示します。災害時は被災救急医療地域における衛星移動端末と中小都市や大都市人口集中地区の医療施設や支社,支店等における衛星移動端末との間で必要最小限の衛星通信回線が設定されます。平常時には市町村の過疎地域地上通信不感エリアにおける衛星移動端末と中小都市や大都市人口集中地区の医療施設や支社,支店等における固定通信端末との間で衛星通信回線を設定し、平常時における多様な通信サービス提供ができます。

1.6GHz帯の端末と通信衛星間、23GHz帯通信衛星相互間中継、29/19GHz帯フィーダリンクのイリジウム低高度周回型衛星通信システムが実用化されており、一部の自治体において防災情報伝達に供されています ([http://www.kddi.com/business/case\\_study/tochigi/index.html](http://www.kddi.com/business/case_study/tochigi/index.html), <http://www.iridium.com/default.aspx> 参照)。さらにイリジウム衛星通信システムは地球規模サービスエリアにおける双方向移動

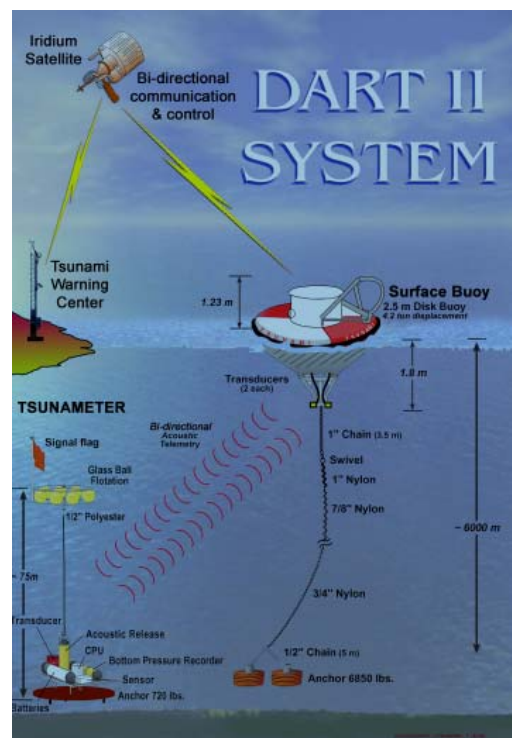


図8 Iridium Helps NOAA Detect and Monitor Tsunami Waves ([http://www.iridiumeverywhere.com/archives/Vol\\_2\\_07\\_07/IE\\_CS.html](http://www.iridiumeverywhere.com/archives/Vol_2_07_07/IE_CS.html)参考に作成)

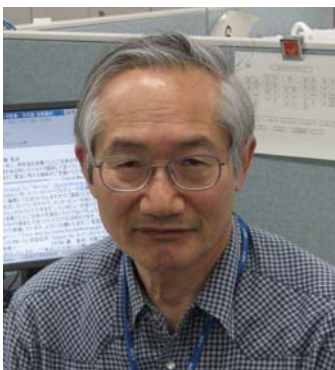
通信機能を生かし、図8 Iridium Helps NOAA Detect and Monitor Tsunami Waves ([http://www.iridiumeverywhere.com/archives/Vol\\_2\\_07\\_07/IE\\_CS.html](http://www.iridiumeverywhere.com/archives/Vol_2_07_07/IE_CS.html)参考に作成)に示すように、第2世代 Deep Ocean Assessment and Reporting of Tsunamis (DART) Projectにおける、リアルタイム津波監視情報提供に大きな役割を果たしています。また、3.11地震・津波に関する多くの海面情報を提供したことが知られています ([http://www.spacenews.com/earth\\_observation/110404-noaa-system-data-tsunami.html](http://www.spacenews.com/earth_observation/110404-noaa-system-data-tsunami.html) 参照)。

日本は、領海を含めた排他的経済水域の面積は、447万平方キロと国土面積38万平方キロの約12倍と大きく、世界第6位の海洋面積を持ちます。3.11地震・津波災害を教訓として、海域から陸域環境を生活の拠りどころにする人々のより一層の安全確保に必要な海洋環境情報を収集・配信するために、1.6GHz帯低高度衛星通信システムを補完・補強する2.6GHz/2.5GHz帯の海洋センサー情報監視制御双方向衛星通信システムの開発促進が期待されます。

ありがとうございました。次回は、「過疎地域におけるデジタルデバイド解消の切り札として期待される衛星通信その6」を予定しています。■

## 著者紹介

### 磯 彰夫



昭42東北大学大学院理学研究科修士課程了。同年電電公社電気通信研究所入社。昭48電電公社横須賀電気通信研究所。昭49宇宙開発事業団(NASDA)実用衛星設計グループ(出向)。昭53電電公社横須賀電気通信研究所。昭和62宇宙通信基礎技術研究所(SCR)出向。平成3NTT無線システム研究所。平4三菱電機鎌倉製作所入社。平14エム・シー・シー入社。平成19独立行政法人情報通信研究機構新世代ワイヤレス研究センターユビキタスマバイルグループ、現在株式会社アイソ・スペースネット・リサーチ代表取締役。工学博士。AIAA, IEEE, AFCEA, 電子情報通信学会, 各会員