

第1部

特集1 災害復旧ネットワーク

第1章 震災・災害対応システム

江崎 浩

1.1 概要

WIDEプロジェクトでは、1994年から、ボードメンバーのRetreatを目的とした夏合宿を開催している。3泊4日で、IETFなどでの技術標準の状況の整理と共有など先端技術のキャッチアップ・整理と、WIDEプロジェクトの方向性を議論することを目的としている。以下に、2001年以降のWIDEボード合宿で議論したトピックを列挙する。

2011年：震災対応システム
 2010年：ハンドメイドシステム
 2009年：WIDE 3rd decadeのビジョンと体制
 2008年：「次」のインターネット
 2007年：Future Internet Architecture
 2006年：インターネット的な無線技術
 2005年：Grid Computing解剖
 2004年：ラムダネットワークキング
 2003年：モバイルリアリティー
 2002年：ピア・ツー・ピアアーキテクチャ
 2001年：インターネットセキュリティ

2011年度のWIDEボード合宿は、8月4日から6日にかけて開催され、議論のテーマは、3月11日の東日本大震災をうけ『震災対応システム』とした。震災など重大なインシデントに対応可能で貢献可能なインターネットシステムのあり方と、それに向けた、WIDEプロジェクトの活動方針を議論した。

PDRNETやEQなど、東日本大震災に対応してWIDEが行っ

た活動、震災対応システムに必要であると考えられる要素技術(例えばDTN技術など)を、整理・共有し、今後、WIDEプロジェクトとして推進すべき研究開発項目と関連組織への提案活動など、WIDEプロジェクトとしての活動方針を議論した。

活動領域としては、(1)技術の研究開発、(2)運用環境の確立、(3)運用技術の確立、の3つとした。

1.2 技術の研究開発

WIDEプロジェクトの本質である要素技術ならびにシステム技術に関する研究開発である。東日本大震災での経験は、以下のような技術・システム要件を、インターネットならびにデジタルコンピュータネットワークに要求していることを確認した。

- (1) 必要な情報を必要な人・組織に提供可能な分散ストレージ
- (2) 障害に強い冗長性と耐性を持ったシステム
- (3) 自律動作あるいは専門家を必要とせずに動作可能なシステム
- (4) アドホックに構築・動作可能なシステム
- (5) センサーなどのユビキタス・ノードの情報を収集・共有・加工可能なシステム
- (6) 多様な動作環境においても順応可能なサービス・アプリケーション
- (7) インフラストラクチャがない環境でも動作可能なサービス・アプリケーション
- (8) 多言語への自動対応能力

これらをもとに、具体的な、研究開発項目として以下の3つを挙げた。

- (a) IPに適した理想的なレイヤ2無線ネットワーク技術の構築
- (b) センサクラウドネットワーク技術の構築
- (c) インフラストラクチャ・レスネットワーク技術の構築

1.3 運用環境の確立

震災が発生した環境においては、情報の収集・共有がすべてのの間で行われなければならない、(i)システムの設置・設定・管理・運用を行うことが可能な能力を持った「人」の養成と、(ii)災害時の情報利用を可能にする日常システム、(iii)「人」が災害発生時に活動可能な制度、の整備が必要である。(iii)は、次章で「運用技術の確立」で議論する。

1.3.1 「人」の育成

- (1) WIDEプロジェクトにおける『日常』の研究開発活動の意義と価値

今回の東日本大震災においては、ランドケーブルによる接続性が喪失された地域・地区が多数発生した。WIDEプロジェクトでは、これらの地域の中でも、通信キャリアの対応優先度が低い地域、すなわち、避難者の数が比較的少ない地域への支援を行った。このような地域では、ランドケーブルの復旧作業の優先度も低くなっており、ランドケーブルを用いたインターネットへの接続性の提供が難しかった。このような地域への支援に関しては、WIDEプロジェクトが、10年以上活動してきたデジタル衛星を用いたインターネット接続環境の提供に関する研究開発活動と運用経験が大きな貢献をした。特に、衛星を用いたインターネット接続環境の提供は、年2回のWIDE合宿において、10年以上継続的に行ってきた。WIDE合宿を開催する場所には、ランドケーブルを用いたインターネット接続環境は提供されるが、利用可能な帯域幅は、一様ではなかった。特に、十分な帯域幅がランドケーブルによって提供されない場合も少なくなかった。このような場合には、衛星回線とランドケーブルの両方を用いて、より快適なインターネットアクセス環境を提供するためのシステム技術の研究開発と運用技術の蓄積を行ってきた。この技術と経験の蓄積が、今回の被災地支援が有効に実施できた重要な理由であると言える。さらに、WIDE合宿における「合宿ネット」の設計・構築・運用は、毎回異なり、同じ環境はない。特に、ランドケーブルの接続環境は、我が国のブロードバンドイン

ターネット環境の整備とともに、変化してきたため、同じ開催場所でも、ランドケーブルが提供可能な帯域幅は、同一ではなかった。さらに、合宿ネットで実施される「実験」は、当然ながら、毎回異なるものであり、すなわち、ユーザのネットワーク環境は、毎回異なるものであった。このような、毎回異なるユーザのネットワークを、毎回同一環境とは言えないランドケーブル接続環境と、衛星インターネットを用いて接続する経験を、WIDEプロジェクトは、毎年2回、経験してきたのである。このような経験と実績が、災害時の対応を可能としたと考えることができる。

今回の大震災では、改めて『日常動作しているものしか、動作することができない』ことが、認識された。すなわち、日常から短い期間で、システムの設計・構築を行う経験が、非常に重要であるとの結論が導き出される。WIDEプロジェクトでは、年に2回開催するWIDE合宿だけではなく、さまざまなイベントの開催や支援、あるいは、実験の実施を行っている。このような経験を、日常行っていることは、災害対応時のシステム設計・構築・運用に必要な資質の確立に貢献していると考えられる。『日常動作しているものしか、動作することができない』という事実は、WIDEプロジェクトで行っているような実システム・実環境での、アドホックにプロフェッショナル品質なサービスを提供するという方針と活動の価値を再確認させるに至った。

- (2) WIDEプロジェクトメンバ以外の人材の育成
- WIDEプロジェクトは、近年、WIDEプロジェクトに参画しているメンバー以外の人に対する教育機会の提供に関する責任と機会を持っている。SOI (School on Internet) は、最高品質の教育機会をインターネットを用いて、地球上のすべての人に提供することを目的として、WIDEプロジェクトが10年以上展開してきた活動である。SOIでは、学校に行くことが難しい人に対して、時間の制約なく学習する機会の提供を可能にした。特に、震災発生時には、可能な限り多くの人が、情報の共有(発信と受信)を可能にするためのネットワーク環境の構築に貢献することが、対応品質に貢献する。これは、今回の大震災が証明している。すべての人に、最低限必要なネットワーク技術・コンピュータ技術の知識と利用経験を提供するSOIのよう

な環境が、より広く、社会に展開されるべきである。

また、災害時には、公共設備、特に、学校が避難所とされている。すなわち、教育に携わる人が、災害時の対応に必要なスキルを持つことは、効果的な災害対応の実現に大きな貢献を行う。このような観点から、大学の教員と学生に、災害対応のスキルを持たせ、地域貢献の機会を持たせることが考えられる。

災害時の避難所は学校であるが、災害対応の行政対応は、役所において行われるのが一般的である。すなわち、役所で働く役人の能力確保も重要な課題となることが認識された。災害地域への支援作業においては、対象地域の役所の職員(役人)の対応能力が、その支援作業の効率に大きく影響した。適切な知識と対応能力を持った役人の育成が効果的である。特に、市町村レベルの役所の職員は、大学を卒業せず、高校を卒業後に大学に行かずに役所の職員になる場合が少なくない。すなわち、大学での教育だけでは不十分であり、高校あるいは中学での教育も必要であるとの結論が、今回の震災対応活動の中で認識された。SOIのような、就職後の学習機会の提供は、教育課程のなかでの学習機会をより効果的なものとするであろう。これを実現する具体的な活動として、以下の3つが挙げられた。

- (a) 高校の指導要綱でのIT教育の充実化
- (b) 大学入試科目へのIT科目の導入
- (c) ITシステムを設計・構築・運用する機会(イベント)の提供

1.3.2 災害時の情報利用を可能にする日常システム

今回の大震災では、すべての社会システムが「情報」に依存しており、「情報の共有」なしには、適切な対応がきわめて困難となることが認識された。また、情報の共有を実現する手法も統一されておらず、情報の再利用を敢えて、難しくする形での情報提供が行われる場合も少なくなかった。『日常から』、災害時においても、各人、各組織が、自律的に必要な情報にアクセスし、その情報を加工して再利用(2次利用や3次利用)を可能とするシステムが構築されなければならない。特に、災害時には、災害対応のフロントエンドは、行政組織であり、行政システム

のオンライン化と適切な情報提供環境の構築が、必須である。特に、行政組織の情報・データが適切な公開フォーマットでオンライン化され、国民からアクセス可能にされる必要がある。行政組織の情報・データの中には、国民・住民が無制限にアクセスすることを制限するべきものもあるが、多くのものは、公開可能である。このようなデータに関しては、国民・住民が自由に・自律的に取得可能にするべきである。このようなシステムが、「日常のシステム」として、運用されることが重要である。

特に、今回の放射能の計測データの公開は、データが容易に利用可能なデジタルフォーマットでの公開が行われなかった。これは、公開したデータが不適切に改ざんされ、流通することを懸念したためとの意見が聞かれた。現在、いろいろな組織(行政を含む)から公開されるオンライン文書は、作成された文書はデジタルドキュメントであるにも関わらず、印刷され、印刷物をイメージスキャンし、スキャンイメージとして公開される場合が、少なくない。これも、内容の改ざんと不正な2次・3次利用を防ぐことを目的としている場合が多いと聞く。公開元(=公開用サーバ)の情報が改ざんされないのであれば、むしろ、公開元のデータを参照することで、2次・3次利用されたドキュメントの内容のチェックが容易になると考えることができる。

すなわち、実現すべき機能は、情報の提供と共有に関する障壁を可能な限り小さくし、すべての国民がデータにアクセスしその分析と解釈、さらに加工・再配信を行う権利を保証することである。【添付資料1】に、ボード合宿でとりまとめた提言案(「行政データ公開(特別)法」(案))を添付した。

1.4 災害時の情報利用を可能にする日常システム

災害発生時に各人が、参照可能なコンピュータネットワークに関するSOP(Standard Operational Plan)の策定が必要であるとの結論に至った。Disaster Recovery Internet Planとも呼ぶことができよう。

災害発生時の対応は、時間軸をもとにフェーズが定義され、そのフェーズごとのアクションプランポリシーが展開されなければならない。フェーズに関しては、行政などで既に定義されたものが存在するが、今回の震災の経

験から、インターネットおよびコンピュータシステムにおける実態が、このフェーズ定義に合致しているかの検証を行う必要がある。同時に、災害の状況と種類の分類が行われなければならない。

災害の状況・種類・フェーズによって、コンピュータネットワークシステムの状況(ダメージと利用可能なリソース)は異なり、しっかりとした、状況把握が行われ、適切な対応が行われなければならない。対応策の実施にあたっては、特に、行政においては、権限の定義が重要な要素となる。権限の伝達・確認の迅速性と精度は、まさに、ITシステムの状況に大きく依存するため、ITシステムの対応能力が、対応品質に大きく影響する。

1.5 まとめ

2011年WIDEボード合宿では、「震災・災害対応システム」に関する議論を行った。これまで、WIDEプロジェクトが行ってきた研究開発技術は、震災・災害対応システムに貢献するものであることを確認できたとともに、新たに取り組むべき研究開発課題も認識することができた。また、WIDEプロジェクトの特長である『運用』は、震災で再認識された「日常に動作しているものしか、非常には動作しない」という観点からも、非常に有効な活動形態であったことを確認することができた。WIDE合宿でのプロフェッショナル品質のアドホックネットの設計・構築・運用、衛星を含むネットワークの設計・構築・運用の経験は、災害地での支援活動に大きな貢献をした。さらに、SOIに代表されるWIDEプロジェクトメンバー以外へのインターネット関連技術の学習機会の提供は、今後も継続すべきであるし、震災対応システムに資する社会インフラとして貢献することも確認することができた。これらの議論の結果として、今後、WIDEプロジェクトが行うべき研究課題、活動課題の方向性を認識することができた。

【添付資料1】

「行政データ公開(特別)法」(仮題)の提言

今回の東日本大震災における被災後の対応においては、行政が所持ならびに収集した各種のデータ・情報の、行政組織内および行政組織間、さらに、民間組織との間におけ

る共有と利用が十分であったとは言い難く、その結果、迅速かつ適切な被災地域への対処・対応・支援策の策定と実施が十分でなかった事例が多数存在した。基礎自治体、政府および民間組織間での、適切なデータ・情報の共有を実現する基盤の構築と運用は、災害時の迅速で適切な対応のみならず、常時においても、行政活動と民間における社会活動の継続的な改善とイノベーションの実現に資する。行政が持つデータを公開することで、(1)第三者(他の行政組織や民間組織)が公開されたデータを用いた解析を行うことが可能となる(データの有効利用)、(2)民間の行政活動への参加が活性化される(官民連携・協調の促進)、(3)行政が公開する情報/文書を民間においても公開されたデータをもとに検証可能となる(情報の信頼性の向上)、(4)行政が公開する情報/文書の改竄の検証が容易となる(情報改竄の防止)、が実現される。

上記目的を実現するために、以下の措置を実現することを提言する。

1. すべての情報・データは、生命・財産およびプライバシーを脅かす活動を助長する可能性のあるものを除いて、原則公開とする。
2. 公開されるデータならびに情報は、書面を前提とした運用ではなく、ITシステム間で相互利用かつ再利用可能な表現様式を用いる。

以上

(別紙1)

行政データ・情報の公開方法(素案)

1. すべての情報・データは、<http://行政URL/open/>の下に格納し公開すること
- (1) すべての情報・データは、生命・財産およびプライバシーを脅かす活動を助長する可能性のあるものを除いて、原則公開とする。
- (2) 公開される情報・データは、取得・作成後、遅滞なく公開されなければならない。
- (3) データと情報(データを用いて解析した結果)は、異なるものとして格納・公開する。

2. 公開される情報・データは、ITシステム間で相互利用(インターオペラブル)かつ再利用可能なオープンな表現様式を用いること
 - (1) 情報・データの表現様式は、技術進歩に応じて適宜変更されることを念頭に置く。
3. 情報・データの出所を担保するため、改ざんの検証手段を講じること
 - (1) 情報・データの改ざんの検出は、流通されるファイルに対してではなく、行政機関が公開するオリジナルファイルの改ざん防止によって実現されることを基本とする。

以上

第2章 震災復興インターネットプロジェクトの活動報告 東日本大震災被災地における情報格差の課題

大江 将史

2.1 はじめに

2011年3月に発生した東日本大震災は、主に太平洋側沿岸部の社会基盤に対して、壊滅的な被害を与え、電力はもとより、情報システム、固定系・移動系電話、インターネット接続等の情報通信基盤に障害が発生した。情報通信設備関連の被害は、NTT局舎ビルの損壊・流失・水没による機能停止、中継ケーブルなどの流失や管路破損、電柱の倒壊、携帯基地局の倒壊・流出、電源消失などがあった。発災後、固定系サービスで、2日後に約150万回線に影響が生じており、3月28日現在、固定系で、約11.2万回線、移動系で、約1割の基地局に障害が残っていた [1]。地域毎に情報通信基盤の被害状況は異なっていたことから、情報共有が出来ない情報空白地域が断片的に発生し地域間の情報格差が発生した。また、情報通信基盤が利用可能であっても、パソコンや方法がわからず活用できないため同様に格差が生じた場合もあった。

先の阪神淡路大震災の事例や今回の震災での事例などから、情報格差は避難所間や地域間での支援格差につながっ

ている [2] [3]。したがって、情報格差の解消は、適切な被災者支援においてもっとも重要であるといえる。

そこで、我々は、被災地におけるICTが果たす役割の重要性を鑑み、2011年3月15日より、WIDEプロジェクトメンバーを中心に、通信事業者・通信機器ベンダ・大学・研究所で構成されるプロジェクトチームを発足した [4]。我々は、行政・医療・ボランティア団体・学校・避難所などへの情報通信環境の整備による情報格差の是正に取り組んだ結果、2012年1月までにおいて、53ヵ所に対しインターネットへの接続、パソコン・プリンタなどの整備を行った。

本報告では、我々が取り組んだ支援活動を通して、被災地域におけるICT支援の重要性を示し、将来の震災に備えての取り組むべき課題をまとめる。

以降、2節では、本活動での取り組みの説明、3節では、支援事例と知見、4節では、考察、5節では、まとめと今後の課題について述べる。

2.2 本活動の取り組み

我々の活動では、1)「情報格差の解消」:情報格差地域へのインターネット接続やパソコン等の情報通信環境の整備、2)「復興に向けての情報リテラシーの向上」:我々と被災者による本環境の利活用による知見の共有、3)「ディザスタリカバリに有効な情報通信技術の検証」:被災地においてディザスタリカバリ技術を検証し、将来の震災に備えて、機能する技術や方法論を明確化、に取り組んでいる。我々の活動期間は、3ヵ月間を目処とした。この期間を定めた理由は、本活動が、政府や通信事業者による復旧や復興までの「つなぎ」の役割である点と、持続的な支援は、経済的・技術的な自立の機会を奪い、本来のあるべき情報通信環境の姿への遷移が困難となるからである。

2.2.1 支援開始から終了までの過程

支援開始から終了までの過程は、1)情報収集、2)支援場所と内容の決定、3)導入、4)運用と支援、5)撤収、である。1)は、県、各縣市町村の災害対策本部、医療支援者、通信事業者、陸上自衛隊、ボランティア等支援活動者、被災者等から支援を必要とされる場所・人に関する情報を収集した。2)の支援場所は、1)からの情報に基づく支援候補

場所への電話・訪問などにより、支援の必要の有無、情報通信環境への希望や用途の聞き取り調査を行い、ネットワーク構成、パソコンやプリンタの台数といった具体的な支援内容を調整した。3)の導入では、設置場所の管理者から許可などを得て、衛星通信アンテナの設置や、無線LAN (Wi-Fi)や有線LANによる仮設LANの整備、パソコン・プリンタの設置などを行った。4)の運用では、通信機器を遠隔からの24時間体制で監視管理を行った。また、支援では、情報通信環境の利活用方法、ウイルス対策、有害サイトの遮断対策、被支援者間での円滑な利用ルールの策定(主に避難所)、専用電話による支援を提供した。また、導入後も利用者からの要望に従い、パソコン等の機器の増設、無線LAN利用エリアの変更、通信速度の広帯域化などの構成変更を行った。5)の撤収では、避難所の閉所やシステムの復旧などにより、機器を撤収し支援を終了した。

2.2.2 支援システムの構成

本活動で整備する情報通信環境は、インターネットへの接続、IPルータや有線・無線LAN、パソコン、プリンタ等で構成されている。この環境がディザスタリカバリとして機能するための課題は、インターネットへの接続であり、本活動では以下の4つの接続方法を利用した。1)衛星インターネット、2)移動体通信によるインターネット(3G)、3)ロングリーチ無線LAN、4)光回線である。以下に各方法の要点をまとめる。

1)衛星インターネットは、IPstar社が提供するIPstarおよび、スカパー JSAT社が提供するEXBIRDを利用した。これらは、利用者側フィードにKu帯を利用した衛星インターネット接続サービスである。このサービスの特長は、図2.1に示す簡便な組み立て式の屋外アンテナを設置すれば地上の通信基盤の状況に左右されることなく利用出来る点、衛星モデム(IDU)が、Ethernet方式によるIP接続機能を有する点、機器コストがIPstarで一局30万円程度と安価な点、市場流通在庫が豊富で入手が容易な点にある。TCPアクセラレーション機能を有しており、実測帯域は、ダウンロードで4Mbps程度である。そのため、複数端末でのウェブや動画視聴の同時利用にも十分耐えられる性能を有している。



図2.1 IPstar用84cmパラボラアンテナ

2)3Gは、NTT DoCoMo社が提供するFOMAパケット通信と同社のMOPERAインターネットまたは、IIJモバイルサービス(NTT DoCoMo FOMAのMVNO)による定額インターネット接続を利用した。支援地域における利用可能な実測帯域は、128Kbps～2Mbps程度(4月末までの測定結果)で変動が大きく、複数同時利用やリッチコンテンツの閲覧、動画の視聴は難しい場合があるが、ウェブやメール、Twitterなどは問題無く利用出来る。3Gアンテナの調整が必要な場合があるが、基本的に特別な工事不要で、短時間で設置することができる。

3)は、無線LANと高利得指向性アンテナにより最大10km離れた2点間を接続する方式である。これは、1)や後述の4)の帯域を複数の場所で共有する利用を想定している。

4)は、光回線(NTTや電力系ネットワーク等)や行政のインターネットを利用する方法で、利用場所は限られるが、非常に安定した通信環境を利用できる。

以上の接続方法から、支援場所での最適な方法を決定し、導入を行った。なお、何れの支援場所においても、無線LANによる無料インターネット接続環境を整備している。無線ネットワーク名は、“The Internet”で共通化している。一度接続すれば、他の支援場所においても設定の手間なしで利用できる。

また、各支援場所に応じて、インターネットへの接続方法や機器の構成数は異なるが、保守性と導入コストを押さえるために、機器の種類を絞っている。ルータには、3G機能内蔵のCisco社Cisco 1941、有線LAN用のハブには、同社Catalyst 2960G、無線LAN用のアクセスポイントには、同社Aironet 1140/1250/1260を利用した。図2.2は、宮城県石巻市大須小学校に設置された機器の例で、LANをCisco 1941ルータ(下部)にCisco Aironet 1260(上部)で構成し、インターネットへの接続に、EXBIRD(右部)を利用している。



図2.2 提供システムの一例(石巻市)

2.3 支援事例と知見

2.3.1 支援状況

本活動では、被災沿岸地域を中心に、表2.1に示す53カ所において支援を行っている。

当初の予定では、3カ月の支援を予定していたが、実際には、倍の約6カ月程度の期間を必要とした。これは、避難所の閉所に時間を要したことや、一部の地域において、行政や学校における通信の復旧に時間を要していたためである。なお、2012年1月末現在、特段の配慮が求められた2カ所において支援を継続している。

次に、これらの支援場所から、いくつかの事例を紹介する。

表2.1 支援場所の一覧

		支援場所数	支援場所の例
岩手県	宮古市	2カ所	赤前小学校
	山田町	17カ所	山田町役場 B&G 海洋センター
	大槌町	1カ所	大槌高等学校
	釜石市	1カ所	栗林小学校
	住田町	1カ所	セーブ TAKATA
	大船渡市	4カ所	大船渡市役所
	陸前高田市	5カ所	第一中学校 高田病院
宮城県	気仙沼市	6カ所	総合体育館 唐桑総合支所
	南三陸町	4カ所	志津川高等学校
	涌谷町	1カ所	涌谷町研修館
	石巻市	10カ所	荻浜中学校 湊小学校
	女川町	1カ所	海泉閣
	合計	53カ所	

2.3.2 岩手県立陸前高田病院の事例

3月27日に岩手県災害対策本部医療班から、岩手県陸前高田市米崎町の陸前高田病院仮診療所と岩手県災害対策本部の間に緊急電話を設置してほしいとの要望があった。

調査したところ、仮診療所では、インターネットやイントラネットに接続されていないパソコンにより、事務全般、医薬品・人員・患者の管理が行われており、通信手段である衛星電話2回線を用いて、これらのパソコン上の情報を口頭にて連絡していた。この非効率な情報伝達が原因で、衛星電話の利用率が高くなり、緊急性の高い通話の着信ができなくなっている点が問題であった。また、インターネットを利用したSIP電話やSkype等による緊急電話は、緊急性を求められる用途としては、信頼性に課題があった。

そこで、衛星インターネットを利用した情報通信環境を整備し、診療所内のパソコンを接続した。その結果、診療所外との情報共有がメールによって効率良く正確に出来るようになり、衛星電話の利用率は大幅に低下した。結果として、衛星電話の1回線をホットライン用として割り当てることができ、当初の要望を達成した。

このように、当初の依頼通りに緊急電話を整備するのではなく、問題点を調査と支援により、結果として問題解決を導くことが重要である。

2.3.3 気仙沼市総合体育館の事例

宮城県気仙沼市総合体育館にて活動する医療ボランティア団体や行政より、同館での医療支援や避難所運用に必要な情報通信環境の整備が求められた。気仙沼市総合体育館は、気仙沼市において最大の避難場所であり、3月末現在、1800人規模の収容体制となっていた。現地調査の結果、パソコンはあるが、インターネットに接続されていないため、行政における被災者の情報や支援要望などの情報は、復旧した電話やFAX、デジタルデータについては、USBメモリによる陸送にて共有されており、医療関係者も多くは、携帯電話により情報共有を行っていた。

そこで、3月26日より、避難所の共有部分全域と事務室などを中心に無線LANを整備し、衛星インターネット(EXBIRD)を利用した情報通信環境を整備した。そして、避難所運用用のパソコン2台に加えて、避難者向けのパソコン2台(後に3台目を増設)を整備し、また、行政・医療団体・避難者等が所有するパソコン、スマートフォン等も無線LANへ接続出来るように支援を行った。

また、情報リテラシ向上への取り組みとして本活動をご理解いただき現地支援を申し出ていただいた2名の被災者の方に、パソコン等の管理や利用支援、トラブル対応等をお願いした。その結果、利用者の要望や苦情などを元に、利用ルールの策定、我々と連携した障害対応や環境の増強など行われ、避難所による自立的な情報通信環境の運用が実現できた。

この支援により、避難所運用や医療支援に必要な情報共有が迅速に実施でき、災害対策本部の情報なども容易に入手可能となった。また、被災者においては、図2.3のように、大勢の方がパソコンに集まり、津波の映像やニュースなど避難のため知ることが出来なかった震災初期の状況をオンデマンドで確認される方が多かった。一方、子供達は、避難所に子供の娯楽が少ないことから、子供向けサイトの利用やアニメの視聴や携帯ゲーム機の利用などの娯楽目的の用途が多かった。

このように、支援者だけでなく、被災者も情報を必要としている点から、誰もが利用出来る情報通信環境を整備することが重要である。



図2.3 津波動画を視聴する被災者

2.3.4 大船渡市役所の事例

岩手県大船渡市役所からの要請に基づき、4月6日から支援を開始した。市役所における情報システムは、震災の影響をうけなかったが、発災後からインターネットへの接続が切断された。このため、庁舎内からのインターネット利用や、庁舎内に設置された大船渡市ドメインのメールサーバやウェブサーバの運用が出来なくなった。一方、3月24日から、JAXAによるETS-8 384Kbps回線を利用したインターネット接続支援をうけていたが、数台のPCでの限られた利用であったため、十分な情報通信環境ではないとのことであった。

そこで、本支援では、大船渡市を担当する情報システム事業者と連携し、現存の情報システムへの変更を最小限とした回復計画を策定した。その内容としては、IPstar衛星インターネットのグローバルIPアドレスを付与したルータ上に従来のグローバルIPアドレスとのNAT機能を設定し、DNS上のメールサーバのレコードに衛星のIPアドレスを追加した。これにより、大船渡市へのメールは、衛星インターネットのIPアドレスへ送信されるが、NAT機能によりルータが、従来のIPアドレスへの送信に変換するため、従来のメールサーバに届くようになった。

結果、市庁舎内のすべての情報端末(約200台)が、被災前と同じくインターネットの利用・メールの受送信が可能となり、震災前の情報通信環境に近いものとなった。そして、4月末には、本来のインターネット接続が回復し、5月初旬に支援を終了した。

本活動では、この事例のように、既存の情報システム等に被害が少ない場合は、既存のシステムへの変更を最小限にした構成を提案し、十分な提案説明を行った上で支援を実施した。

2.4 考察

2.4.1 情報共有の維持と手段

今回の活動から、災害下であっても情報通信環境を維持し、被災地での情報共有を継続することにより、格差の無い支援を実現することがわかった。しかし、震災時と平時で全く同等の環境を維持することは、コスト対効果の点で現実的ではない。

震災時に情報共有を維持する重要な点は、低帯域でもよいのでインターネット等への接続を維持することにある。例えば、数百Kbpsの帯域があれば、避難所の本部などの利用のみに制限し、生き延びるために必要な情報をメールやTwitterといった低帯域なメディアに制限して、共有すればよい。

このような低帯域であれば、インマルサット社BGANや、スラーヤ、NTT DoCoMo WIDESTAR2といった低帯域の衛星インターネットで利用できる。これらのサービスは、衛星捕捉に技能を必要とせず、アンテナを含めてノート型パソコン程度の大きさの通信機器でかつ、バッテリーでの稼働が可能となっている。利用可能な通信帯域は、BGANの場合、最大492Kbpsである。

このような低帯域だが誰もが利用出来る方法でインターネットへの接続を維持し、道路が復旧(今回の震災では、3月24日に東北道・磐越道の通行規制解除)し、機器や人の移動コストが下がった時点で、技術者や機材が必要となるが、より広帯域が利用出来る衛星インターネットや光回線などへ更新すればよい。

大船渡市の事例にあるETS-8 384KbpsからIPstar 4Mbpsへの帯域拡大の事例からも明らかであるように、発災から復旧・復興への過程において、利用者や利用方法は多様化し、取り扱う情報量は増大する。

従って、発災からの復旧過程にあわせて、インターネット等への通信方式、利用対象者、利用方法を定めた情報通信環境を運用し、発災後からの情報共有を継続する体制を作ることが重要である。

2.4.2 各インターネット接続方式の評価

23カ所の支援場所から、3G接続(21カ所)ではなく、より安定した広帯域が利用できる衛星インターネット接続が希望された。この理由として、支援場所における3Gの実効通信帯域と安定性では、動画などのリッチコンテンツの利用が難しい点や、複数の同時利用が難しい点を指摘された。また、本支援におけるアプリケーション別の利用帯域を分析すると、図2.4の結果となり、YouTubeや、bit torrentといった広帯域で占有時間が長い通信の利用が少なくなく、被利用者は、安定した広帯域が必要としていることがわかる。

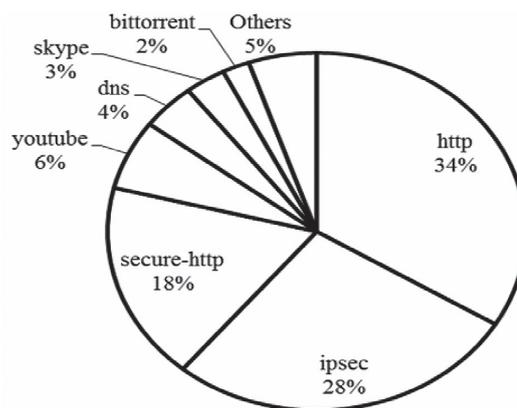


図2.4 通信量に基づく利用動向

また、OSやアプリケーションのアップデート通信も帯域を必要とした。例えば、大船渡市の事例では、本支援により庁舎内のネットワークが、約3週間ぶりにインターネットに接続された。それと同時に、庁舎内のパソコンからOSやアプリケーションの更新ダウンロードが発生し、長時間にわたり帯域を消費した。特に、3G回線下でのアップデートは、利用者に大きな負担となった。自動更新を停止することも検討したが、行政や学校における情報システムの保護、マルウェア等による支援パソコンの機能不全の回避を考慮し、更新時刻の分散や不必要な更新の抑制等にて対応した。

今回の支援における利用事例から、必要とされる帯域を満たしていた衛星インターネットは有効な技術であったといえる。

一方、ロングリーチ無線LANは、2カ所の導入にとどまった。この理由は、次の点であった。1.多くの支援場所が津波の被害が無かった入り組んだ高台などに位置した。2.低層・中層建築物が多いため、アンテナを設置する高所が確保できなかった。3.森や建築物・地形が障害となり2点間を無線LANで接続する為の空間を確保できなかった。4.アンテナ設置場所の利用許可の取得や安全確保などを考慮すると衛星インターネットの方が低コストであった。以上から、本災害においてロングリーチ無線LANの有効性は低かった。今後も広帯域でのインターネット利用を想定したコンテンツやOS、アプリケーションの普及が予想される。したがって、平時の情報共有に必要な帯域を分析し、通信技術を研究開発していく必要があるといえる。

2.4.3 支援体制の維持

技術面以外において今回の震災支援で重要な点は、機器の調達、低コスト運用、ロジスティックスである。本支援には、実験的な要素も含まれているが、被災支援である以上、広範囲でかつ長期間の支援体制の維持が必要であった。

使用する機器は、入手が容易で、高機能かつ信頼性が高い製品を使用した。機器は、発災後から、分納で調達し、約1カ月程度でほぼすべてを調達している。加えて、運用に要する人的コストの抑制にも努めた。例えば、衛星インターネットでは、設置場所に無線従事者が不要なVSAT局を利用し、すべての機器は、遠隔にて監視と保守を行っている。ロジスティックスは、支援地域にあわせて、盛岡市、奥州市・山田町・石巻市・栗原市に拠点を設け、支援者の負担が少ない支援活動を実現した。

このように技術だけではなく、ロジスティックス、機器調達、低運用コストを実現しないと、責任ある長期的な震災支援は難しいといえる。

2.5 おわりに

本報告では、本プロジェクトが取り組む東日本大震災における支援活動内容と課題を説明した。

WIDEプロジェクトでは、活動結果を精査し、来るべき次の震災に備え、コスト対効果が高く、かつ、機能するディザスタリカバリについて検討を進めて行く予定である。

第3章 災害時に置ける情報通信基盤の開発

片岡 広太郎

3.1 活動概要

大規模災害によって既設の通信インフラが使用不能となった場合などに、災害対応部門や地域住民の情報交換を容易にし、被害の最小化と素早い復旧を実現する、可用性の高い通信手段が必要となる。LifeLine Station (LLS) WGでは、専門家でなくとも短時間でインターネット接続を任意の場所に展開できる、情報通信パッケージ群の研究開発に取り組んでいる。

LifeLine Stationは、2008年の岩手宮城内陸地震における通信手段の断絶によって、情報共有が著しく困難になった経験を受けて開発された、情報通信パッケージである[5]。2011年度は、2011年3月11日に発生した東日本大震災への対応を中心に活動し、これまでの取り組みが実際の災害復旧・復興において実証されることとなった。LLSの設計理念として下記の項目が挙げられるが、今回の震災においては、すべての項目でその有効性が認められたわけではなく、実現可能性が実証できなかった項目や、より重要な理念に対して十分な準備ができていなかった点を認識させられることとなった。

- 被災地にあるインフラからの独立性
- 可搬性
- 展開の迅速性
- デジタル放送技術の活用
- 被災地にあるリソースの有効活用

本報告では、「震災復興インターネット」(PDRNET)[6]と連携して取り組んだ被災地におけるネットワーク展開について述べ、一連の活動で得られた知見や課題を分析する。

3.2 東日本大震災におけるLLSの実装

システムの開発は当初から自治体や学術研究機関、民間企業と連携して実施していたため、今回の震災対応にLLSを導入するにあたって、発災直後から開始した現地での活動や機材調達のための協議はスムーズであったと言える。

慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスを拠点として各パートナーから供出された機材を集約し、LLSを構成するパッケージのうち、電源、衛星通信、Wi-Fi、デジタル放送の各パッケージを実装した。図3.1にセットアップの様子を示す。このうち1セットは宮城県栗原市に設置するためのものであり、残りの2セットをWIDEプロジェクトが独自に運用した。

LLSは、グローバルなインターネットに接続できるIPネットワークを構築する。本ネットワークでは、ユーザ端末への接続性はWi-Fiで提供し、アクセス制限をせずに誰もがオープンにインターネットを活用できるようにした。PDRNETが提供するWi-Fi接続と同様、“The Internet”のSSIDを使用した。図3.2に示すように、本ネットワークで

は一部の例外を除いてインターネット接続用のゲートウェイにグローバルIPアドレスが付与され、ユーザ端末にはNAT配下でプライベートIPアドレスが付与される。LLSの対外接続には、ベストエフォートで下り4Mbps、上り800kbpsのVSAT衛星回線を使用している。VSAT端末には自動衛星捕捉機能があり、設置作業の省力化や時間短縮が可能である。Wi-Fiには802.11a / b / g、または802.11nに対応した機材を必要に応じて導入した。エリアワンセグシステムは、デジタルビデオカメラ、ヘッドエンド、エリアワンセグ変調サーバ、および可搬型アンテナによって構成し、自治体等の要請に応じて活用できるよう準備した。LLSの電源として、自家発電装置と燃料を確保し、現地で電源が復旧していない状態でもLLSを動作させられるようにした。

3.3 被災地におけるネットワーク展開と得られた知見

3月25日にPDRNETと連携して、4名のスタッフで東北地方に向かい、被災地での活動を開始した。被災地では、システム構築を中心とするLLS-WGの研究開発のみでは対応できなかった、柔軟なネットワーク展開のノウハウが多数

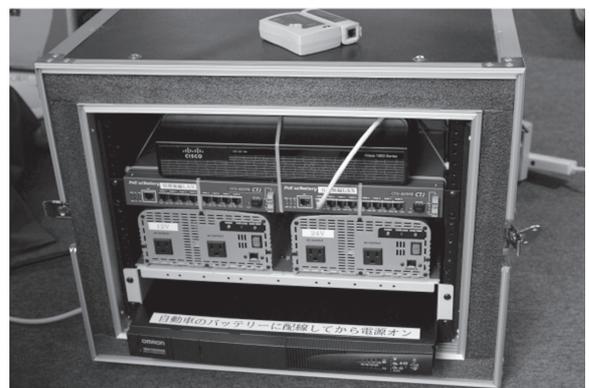
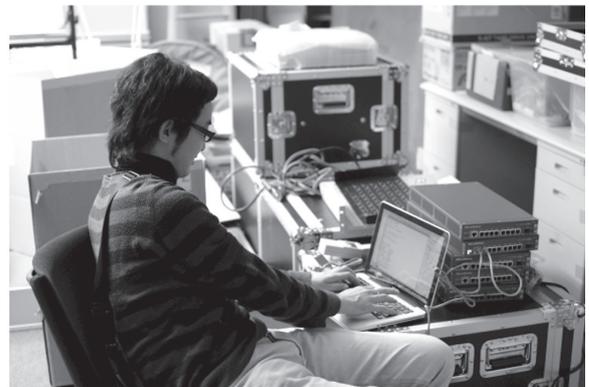


図3.1 LLSの事前セットアップの様子

あり、これらを実際に経験することによって今後の研究開発やネットワークデザインの幅が広がると考えられる。

3.3.1 被災地の実情に即したネットワーク敷設

現地の調査によってどのように機器を配置し保護するか、あるいは、機器の設置に対して施設等でどのような

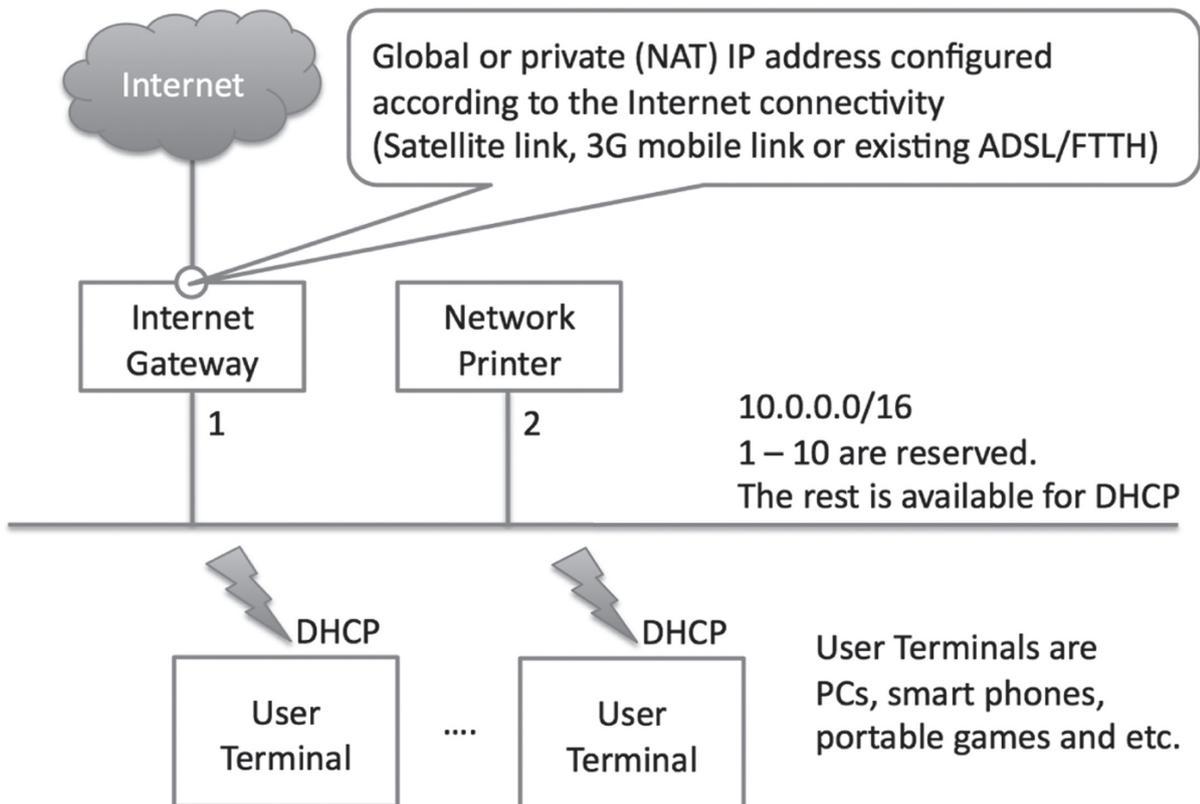


図3.2 LLSネットワークのトポロジ

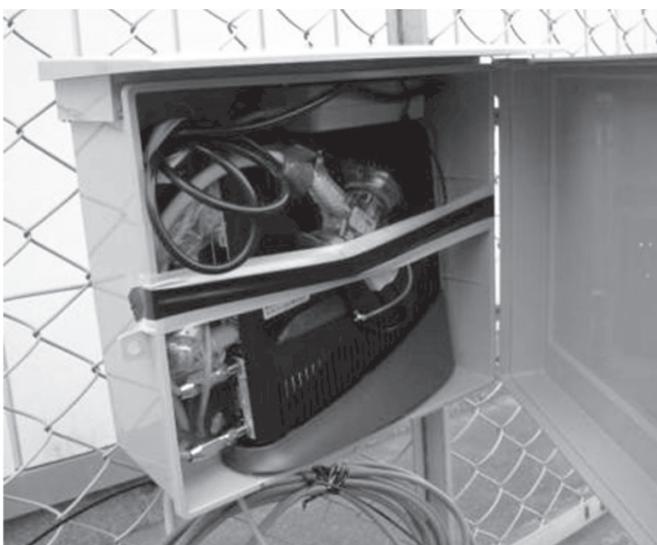


図3.3 屋外用ケースを活用した機材設置

制約があるかによって必要とされる対応が変わる。一部のネットワーク機器を屋外に設置する必要がある場合や、衛星アンテナと本来屋内に設置するモデムとの間の距離が長い場合には、これらの機器を図3.3に示すようなケースに収納して屋外に設置した。薄型のLANケーブルもまた、ケーブルの引き込みに役立った。避難所には、保安上の理由から窓やドアを施錠する必要がある施設もあり、通常のLANケーブルでは対応できないところがあった。図3.4に示すように配線することで、窓の施錠も可能である。これ以外にも、屋外に配線する際にダクトを使用することで、ケーブルを風雨や人の往来による踏みつけなどから保護できる。



図3.4 薄型のLANケーブルを使用した配線

運搬可能な機材の量は限られており、これらの工夫は、現地での物品調達や保管によって可能となる。営業している商業施設や物流会社を把握するのはもとより、協力機関による機材保管場所の提供に頼る部分も非常に大きい。ロジスティクスの管理は重要な視点である。

3.3.2 システム設置時間の短縮

被災地では、1つのチームが一日に訪問できる避難所などの数は限られているため、今回のような広域にわたる活動では、ネットワーク展開にかかる時間の短縮は重要なテーマの一つである。衛星通信システムは一般的に、設置にある程度時間を要する項目であり、この作業を迅速化することは、全体的な作業時間の短縮につながる。LLSが用いるVSAT端末局(サテライトキャッチャー)では、衛星捕捉が自動化され所要時間も数分と短い。捕捉の失敗は殆どなく、再捕捉も容易である。他のVSAT端末局では手動捕捉に1時間以上を要するケースもあったこ

とから、衛星通信を活用する際の選択肢としては非常に有効である。その一方で、システムは高額で供給量は少ないため、サテライトキャッチャーによって多数の避難所をサポートするには、低価格化や供給量の増大が必要である。INMARSAT BGANは、小型・軽量で展開が容易であり、アップリンク・ダウンリンクそれぞれ492kbpsの帯域は小規模な避難所や用途を限ったインターネット接続には十分である。通信費用は従量課金であるため、計画的に活用する必要がある。今回は、携帯電話が通じない場所での外部との連絡に使用したが、3GルータやVSATを優先的に使用し、BGANのインターネット接続は行わなかった。

3.3.3 ネットワークとしての持続可能性

ネットワーク展開時間の短縮することに加え、持続可能性はそれ以上に重要である。ネットワークの安定性の向上と、トラブルシューティングの効率化の両面から取り組むことが有効であると考えられる。LLSでは、衛星通信システムやWi-Fiアクセスポイントなどを復旧するためのマニュアルを作成し、システムを設置した箇所に配布した。本マニュアルは、ケーブルの抜き差しやボタン操作のみで可能な範囲の作業を被災地にいる担当者が行えるようにしたものである。マニュアル通りに復旧できない場合は、電話対応や現地訪問も含めたサポートを行った。マニュアルの活用事例としては、衛星通信システムが復旧できた以外に、衛星通信システムの誤操作によって現地訪問が必要となった事例が1件ある。マニュアルの効果はある程度認められる一方で、内容や扱い方をより精査する必要がある。システムそのものの安定性は、モニタリングが出来ていなかったことから、有効な評価は行えていない。今後、平常時を含めてシステムを稼働させ、停電などを考慮に入れたモニタリングシステムの構築とともに、システムの安定性を評価し、向上を図っていく。

3.3.4 現地調査の効率化への工夫

多くの場合、事前に必要とされる支援内容が明確ではないため、プロジェクトのスタッフが現地を訪問して聞き取りや通信状態の調査を実施したうえで支援内容を検討し、決定する。このとき、図3.5に示すように、現地調査の内容をある程度テンプレート化することで、どのスタッフが対応

支援内容: <input type="checkbox"/> インターネット(衛星・3G・長距離WiFi) <input type="checkbox"/> WiFi AP(台数:)	記入日: _____
<input type="checkbox"/> PC(台数:) <input type="checkbox"/> Office: 要・不要 <input type="checkbox"/> その他()	記入者: _____
支援開始時期: _____	配布物: <input type="checkbox"/> 名刺 <input type="checkbox"/> 取組概要 <input type="checkbox"/> 連絡先シート <input type="checkbox"/> ロトラル対応シート <input type="checkbox"/> その他()
組織名 _____	現地状況などの聞き取り内容
設置施設名称 _____	
施設住所 _____	
施設電話番号 _____	
担当者氏名 _____	
担当者携帯番号 _____	
事前アポ 無・有(氏名: _____) 所属部署: _____	
紹介元 無・有(氏名: _____) 所属部署: _____	
現地サポート 無・有(氏名: _____) 連絡先: _____	
商用電源 無・復旧済(復旧見込: _____) 計画停電: _____	
自家発電 無・有(導入予定: _____) 稼働時間: ~ _____	
固定電話 無・有(仮設・完全復旧・復旧見込: _____)	
インターネット(既設) 無・復旧済(復旧見込: _____)	
インターネット(仮設) 無・有(提供元: _____) 使用回線: _____ 用途: 一般向け・事務用・区別無し	
docomo 無・完全復旧・仮設・信号強度()・音声()・データ()	
au 無・完全復旧・仮設・信号強度()・音声()・データ()	
Softbank 無・完全復旧・仮設・信号強度()・音声()・データ()	
衛星携帯電話 無・有(電話番号: _____) 備考 _____	
その他の通信手段 無・有() _____	
見逃せる近隣施設 無・有(建物の特徴: _____)	

図3.5 現地調査のためのテンプレート

しても必要最低限の情報が収集できるようにした。

3.3.5 プロジェクトメンバーによるオンラインでのサポート

現地での情報収集は、機材や燃料の調達や配送などといったロジスティクスにおいて欠かせない項目である。これらを首都圏からプロジェクトに参加したメンバーがGoogle MapやWikiページなどを用いて共有し、被災地で活動するスタッフを支援した。運送会社やガソリンスタンド、家電量販店やホームセンターの営業状況を外部のリンクを含む形で集約し、現地にいるスタッフがこれらの情報にアクセスする際のコストが低減された。その一方で、被災地と首都圏との間のコミュニケーションが必ずしも緊密に行っていたとは言いがたく、必要な情報と供給される情報がミスマッチすることもあった。

3.3.6 エリアワンセグ放送活用の難しさ

ワンセグ放送は多くの携帯電話で受信できることから、データ放送の活用を含め、効率的な情報伝搬に大きく貢献すると考えられた。LLS WGでも、エリアワンセグ放送のシステムを被災地にて携行したが、その導入は容易でないことが改めて認識された。今回のシステムは、宮城県栗原市で動作するものと同型であり、栗原市は実際に移動局免許を受けているが、他の地域では直ちに活用できない。この場合、新しい免許人が必要となり、免許取得に要する期間は長い。また、自治体の担当者によっては、エリアワンセグ放送では地域全体をカバーできない場合があることから、サービス提供における不平等につながるという懸念が強く、積極的な活用に向けた検討には入りにくかった。今回の震災対応では、エリアワンセグ放送は活用されず、その有効性は実証できなかった。

ワンセグ技術に対するニーズを再確認するのに加え、災害時等での無線周波数利用の柔軟性をどのように確保するか、誰を主体として放送局を運用するのが適切なのか、といった議論も必要である。

3.4 まとめ

被災地では、電気・水道・電話のライフラインは、発電機・給水車・仮設基地局といった手段を用いて復旧やバックアップが急速に進められている一方で、インターネット接続の復旧には十分な対応が行われていなかった。LLS-WGやPDRNETの一連の取り組みは、他のIT支援活動とともにその有効性を示せたと考えられる。今後は、次の災害に対してどのような準備を進められるかが課題であり、震災対応を通じて得られた知見をシステムの研究開発・運用にフィードバックして、取り組みを継続していく。

第4章 EQプロジェクト報告書

堀場 勝広, 大川 恵子

4.1 はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災は東北地方に甚大な被害を与えると同時に、政府公式情報の配布方法に関して議論の必要性を問いかけた。文部科学省は放射線モニタリング情報をはじめとした関連情報をWebページに公開しているが、東日本大震災直後には文部科学省Webページへのアクセス数が約16倍になり、あらかじめ用意されていたリソースでは満足なWebページ閲覧環境を提供できなくなった。それに伴い、文部科学省はWIDEプロジェクトをはじめ、産学の組織に対して、放射線モニタリング情報を安定して情報公開するための技術協力を要請した。この依頼を受けた組織に属する技術者達は、即座にオンライン上で協力体制を構築し、EQと呼ばれる、放射線関連情報公開のための緊急プロジェクトが誕生した。

EQの情報提供の枠組みは、非営利なWIDEプロジェクトを筆頭に、協力組織の技術者によるラフコンセンサスによってボトムアップで行われ、およそ4時間で敏速に構築された。また、2011年3月15日から同年8月8日までの約

150日間、当事者達が一度も顔を合わせる事無くその役割を遂行した。その間、文部科学省がリリースした放射線モニタリング関連の、約50種類、7,289ファイルがこの枠組みを通して発信された。

WIDEプロジェクトは文部科学省から配布された資料のとりまとめ、タグ付け、翻訳など、EQの参加組織に対してマスターとなるデータセットの整理を行った。また、実際の配布サーバをWIDEプロジェクトが運営するWIDEクラウド上に構築し、WIDEプロジェクトが担当分として最大で一日当たり9万ファイルアクセスを記録したが、政府公式情報の配布元として十分に機能した。しかしながらEQプロジェクトから得られた知見とし、被災時の政府公式情報の配布方法に関する様々な改善すべき問題点も露見した。本報告書はEQプロジェクトの活動をWIDEプロジェクトの活動を中心に報告するものである。

4.2 EQの全体構成

EQは文部科学省が公開する情報のうち、東日本大震災に関連した情報(放射線に関する知識、モニタリング情報のデータ)のみを委譲され公開したサービス全体の総称である。これらの情報源に対する要求は、情報提供サービスの維持と、そのための分散環境においても、公開されているデータが同期され整合性を保つことである。

4.2.1 分散型情報発信

これらの要求を満たすために、EQプロジェクトは非営利団体であるWIDEプロジェクトを筆頭に産学の複数組織によって構成され、メールベースの話し合いによりシステムの公開ポリシーから構築手順が決定された。

分散型情報発信には、様々な手法があるが、EQでは以下のような要求事項が暗黙的に了解された。

- 技術的および社会的リスク分散のために複数のアクセスポイントを提供する
- 情報提供者(文部科学省)への負担増加を最小限に抑える
- 短期間に構築可能とするため各組織の既存リソースを最大限に利用する
- 組織間は疎結合を前提とし、自律分散的に運用可能な手法をとる

メカニズムの構築課程で、複数のアクセスポイント(異なるURL)を提供することについて議論があった。ユーザ視点では複数のURLが存在するため、それに伴うアクセス分散をEQプロジェクト側でとることができない反面、サービスの継続性を考慮した結果、特定のDNSサーバに依存したサービス提供によるリスクを軽減することができる。また、提供組織の多様性という視点からも、複数の別々のアクセスポイントを提供することに、その時点では意義があると判断した。

その結果、全10の協力組織は、日頃から協業体制の経験があり、技術的親水性のよい組織同士で合計3つのクラスタを構成し、クラスタごとにユーザのアクセスポイントを提供した(4.7 付録A)。また、そのクラスタ内では、それぞれ独自の技術を利用して耐久性のある情報提供メカニズムを構築した。EQはこのように、2段階の分散情報提供を実現した。

4.2.2 協力組織の役割分担

EQの全体像を構成する組織は、図4.1に示すように、その役割によって、a)Organizer、b)Actual Content Distributer、c)Master Data Distributerの3種類の組織に分類され、それぞれの組織がその役割を自律的に果たすことでEQの全体が運営された。

Organizerは、クラスタを取りまとめる組織であり、前述したアクセスポイントの提供に責任を持つ組織である。

Actual Content DistributerはユーザがリクエストするWebページを実際に提供するサーバを管理する組織で

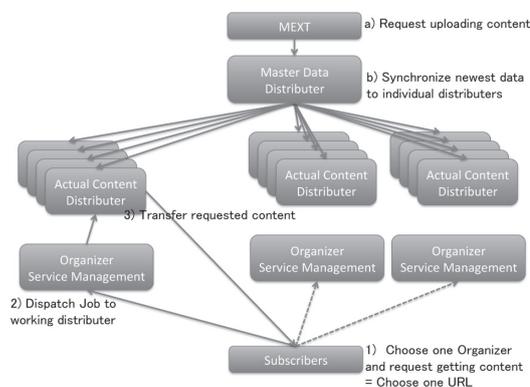


図4.1 EQの構成組織

ある。Organizerはユーザからのアクセス要求を受けて、独自の方法で複数存在するクラスタ内のActual Content Distributerに対してジョブの割り当てを行い、Actual Content Distributerはそれに応じてコンテンツを提供する。

Master Data Distributerは文部科学省より通知された新規データを整理し、各クラスタActual Content Distributerに対して公開する。各Actual Content Distributerはそれぞれ独自の方法でコンテンツの同期を行う。

このように、EQプロジェクトでは各Organizerを中心とした垂直統合型のクラスタを構築し、統合組織内での手法については特に取り決めをしなかった。その理由はURLのドメイン名の分割と同様、多様性を許容する事によるリスクの分散である。例えばセキュリティーホールを突いた攻撃があった場合、全てのシステムが同一の攻撃でダウン可能な状況は避ける必要がある。

4.2.3 3つのクラスタ

協力組織は、1) さくらインターネットを中心として商用クラウドを利用したクラスタ(以下「さくらクラスタ」)、2) Yahoo! Japanが運営するクラスタ(以下Yahooクラスタ)、3) WIDEプロジェクトを中心としてWIDEクラウドとCDN協力各社によるクラスタ(以下WIDEクラスタ)、の3つのクラスタを形成し、それぞれ、以下のようなアクセスポイントを提供した。この3つのURLは、文部科学省のホームページ他各種アナウンスメントで広く告知され、ユーザは自らの選択でいずれかをアクセスした。

1. <http://eq.sakura.ne.jp>
2. <http://eq.yahoo.co.jp>
3. <http://eq.wide.ad.jp>

さくらクラスタは、さくらインターネットがOrganizerとなり、さくらインターネット、マイクロソフト、IBM、アマゾン、といった商用クラウドを提供する各社がもつWebサービスがActual Content Distributerとなって構成された。このクラスタでは、Actual Content Distributer間のファイル同期は、cvsを利用したミラー方式を利用した。アクアポイントのWebページは、さくらインターネット上の1箇所でのみ提供され、Organizerのジョブディスパッチは、

javascriptを用いて、Webページ上のファイルアクセスを、複数のサーバヘランダムに分散するという方式で負荷分散を実現していた。このクラスタでは、モバイルユーザを意識して、軽いことを最重要視したWebサイトデザインによるコンテンツ提供が行われた。

Yahooクラスタは、Yahoo! Japan一社によるクラスタである。自社のWebコンテンツの一部として独自形式で提供することで、スケーラブルな情報提供を行うことから開始し、3月24日には、文部科学省のウェブサイト全体をミラーリングする、キャッシュサーバーとしての運用に切り替えて(<http://www.mext.go.jp.cache.yimg.jp/>)、負荷分散に貢献した。このクラスタでは、他のYahoo! Japanコンテンツに合わせたデザインで、ビジュアルにわかりやすい情報提供が行われた。

WIDEクラスタでは、WIDEプロジェクトがOrganizerとなり、アクセリア、ブロードバンドタワー、K-オプティコムといったCDN各社がActual Content Distributerとして協力した。Actual Content Distributerは、Organizerが提供するWebサイトをそのままミラーする形でミラーサイトを運用した。Organizerは、cvsとwgetの両方でマスターデータを提供しActual Content Distributer間の同期を実現した。Actual Content Distributerへのアクセス分散は、DNSラウンドロビン、DuraSite-aDNS、ロードバランサなどを段階的に利用した。このクラスタでは、画像などを極力排除した文字のみによるWebページ構成を行い、かつ、リポジトリとしての役割をはたせるよう、過去のデータファイルを取り出しやすいように工夫したコンテンツ配信を行った。また、多言語によるコンテンツもこのクラスタから配信した。WIDEクラスタの技術的な詳細、アクセス解析については、4.3節以降に詳しく述べる。

4.2.4 Master Data DistributerとしてのWIDEプロジェクト

文部科学省では、配布するデータファイルを、文部科学省ホームページに掲載するために、ホームページメンテナンス業者にメールで送付するプロシージャであったため、その宛先に、eq@wide.ad.jpを追加することで、文部科学省からEQプロジェクトのINPUTとした。この方法は技術的には最適とは言えないが、文部科学省担当の負荷増加を最小限にするために止むを得ない方法と判断した。

eq@wide.ad.jpは、Master Data DistributerであるWIDEプロジェクトをはじめ全Organizerが含まれていた。WIDEプロジェクトでは受信したファイルに対して、以下の処理を行い、全Organizerに、cvsあるいはwgetで取得できるように提供した。

- 内容の確認(ファイル名と内容に齟齬がないか。過去の重複が無い等)
- ファイルの整理(名前付けルールに従ってファイル名を統一につけ、所定のディレクトリに格納)
- 過去の修正ファイルの場合は、旧ファイルをリプレース
- 必要に応じて、緊急時の高い内容を各国語に翻訳(3月15日～3月22日)

特に緊急時が高く、多くのユーザに伝える必要がある情報については、WIDEプロジェクトの有志により、英語、ポルトガル語、インドネシア語、タイ、中国語、韓国語、ベンガル語、ベトナム語などに翻訳して提供し、WIDEクラスタによって一般ユーザに提供された。

EQ全体では、多くの部分が徐々に自動化され、各組織での作業も時間と共に軽減されたが、Master Data Distributerにおけるファイル整理の処理は、多くの部分が手作業に頼るところが多く残り、また、時間の経過と共に、提供する情報が多岐にわたり、発信元も文部科学省のみならず、他省庁、都道府県と拡大し、情報提供のソースの部分で根本的な見直しが必要となってきた。2012年8月8日には、並行して進めていた、全省庁からの放射線関連情報を統合的に提供するサイトの準備[7]が完了し、そこへの移行を以って、EQプロジェクトは終了した。

4.3 EQプロジェクトにおけるWIDEクラウド

WIDEプロジェクトはEQプロジェクトの組織構成要素中、全ての要素を担当した。全ての役割はWIDEクラウドを用いて構成した。本節ではWIDEクラウドの概要および、EQプロジェクトにおける具体的な利用方法について述べる。

4.3.1 WIDEクラウドの概要

WIDEクラウドは分散するWIDEプロジェクト参加組織のネットワーク拠点にプライベートクラウドのコンピューティングリソースを持つ連邦型クラウドである。図4.2に

WIDEクラウドのアーキテクチャ概要を示す。

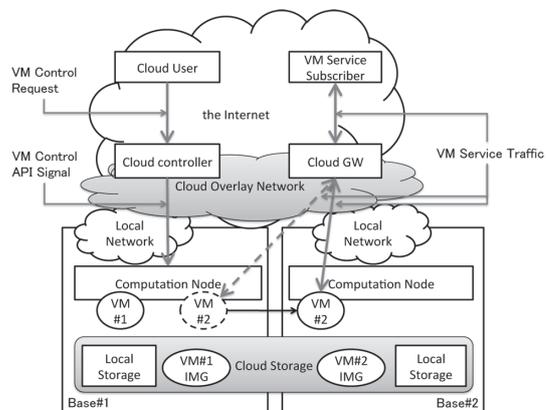


図4.2 Distributed Cloud Architecture

WIDEクラウドの利用者はコントローラーであるWCC (WIDE Cloud Controller)が提供するWebインターフェースを介してVMの作成や管理のシグナルを送り、WCCが実際のリソースであるハイパーバイザーに対してシグナルを発行する。各ハイパーバイザーはVLANやVPNなど様々な手法を用いて、同一ネットワークセグメントに参加し、VMのライブマイグレーション、および透過的なストレージへのアクセスが可能になっている。また、VMに付与されるネットワークはCloud-GWと呼ばれる装置群のNATもしくはIPアドレスマッピング技術によって、様々な種類のネットワークが提供される。WIDEクラウドではこのアーキテクチャとWCCによって、VMの作成、ライブマイグレーション、スナップショットイメージ作成、イメージのコピー・レストアなどの機能が提供されている。WIDEクラウド詳細については第4部のクラウドWG報告書を参照されたい。

4.3.2 WIDEクラウドを利用したEQプロジェクトのグループ構成

WIDEクラウドを利用したWIDEプロジェクトがOrganizerとして運営したグループの技術的な構成を図4.3に示す。このグループではWIDEプロジェクト、K-オプティコム、ブロードバンドタワー、アクセリアの4団体がActual Content Distributerとして活動した。http://eq.wide.ad.jpのユーザはDNS名を解決する際にアクセリアが提供するaDNSを用いた重み付きラウンドロビンアルゴリズムによって返答するIPアドレスを変更した。返答するIPアドレ

スに参加するActual Content DistributerのサーバIPアドレスである(なお、このIPアドレスが実サーバのものか、ロードバランサ等かをOrganizerであるWIDEプロジェクトは関知しない)。aDNSはWebサービスのヘルスチェックを定期的にかけて、動作していないIPアドレスはDNSの返答リストから除外する。WIDEプロジェクトが担当する部分に関しては、A10社のロードバランサが持つIPアドレスがaDNS上に登録されており、比重としてはおよそ70%程度のジョブを請け負った。

WIDEプロジェクトが担当するジョブに関しては、全てWIDEクラウド上のVMがWebサーバとして動作した。これらのVMは奈良先端科学技術大学院大学、北陸先端科学技術大学院大学、東京大学、慶應義塾大学の4カ所にあるハイパーバイザー上で動作し、関東地方における輪番停電のリスクや地理的な災害のリスクを分散させた。

また、Master Data Distributerとして動作したサーバは、上記4カ所のWIDEクラウド拠点上を移動可能にすることで、輪番停電など計画的なメンテナンスタイムにおいては、継続して動作可能にした。マスターサーバ上にアップロードされたコンテンツデータはWIDEクラウドで動作するサーバ群に関してはCVSを利用した5分毎のポーリングによって同期をかけた。他の組織に関しては、同期ツールがEQプロジェクト内で構築されwgetを利用したWebサイトデータの同期が行われた。

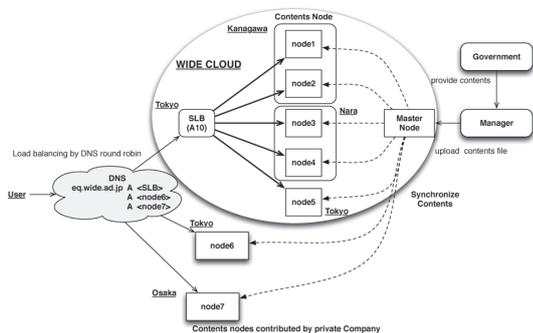


図4.3 WIDEプロジェクトのグループデザイン

4.4 WIDEクラスタにおけるデータ解析

WIDEプロジェクトはActual Content Distributerを担当し

たため、ユーザのアクセス履歴が各サーバに残っている。それらの統計情報と解析結果を示す。

図4.4にhttp://eq.wide.ad.jpへのアクセス中、WIDEプロジェクトが担当したジョブに対する一日当たりのファイルアクセス数、サイバーエリサーチ社のどこどこJP[8]を用いたアクセス元の地域毎のアクセス数を示す。

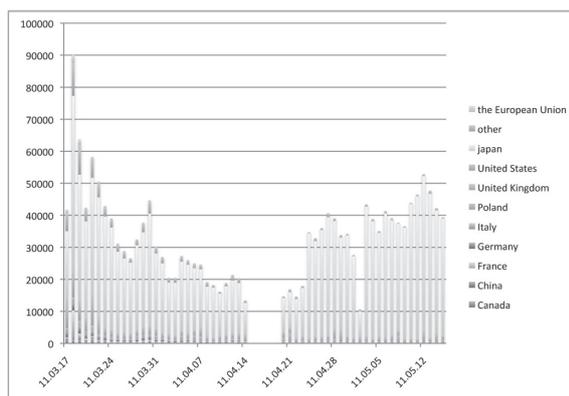


図4.4 1日毎の国別ファイルアクセス数

ミラーサイト公開から1日後である3月18日に記録した約9万ファイルアクセス(ページビューは約5万)を記録し、その後徐々にアクセス数が減っていることが読み取れる。裏付けデータは無いが考えられる要因としては、EQプロジェクトによって公開しているデータを利用して、グラフ化や解説を行ったサービスが発生した点にあると推測している。なお、4月21日と5月12日にアクセス数が増加した部分に関しては、福島第一原子力発電所20km圏内への立ち入り禁止指示、東京電力による福島第一原子力発電所における原子炉1号機のメルトダウンの発表と重なる。

図4.5に同一のアクセス履歴からHTTP User Agentの割合を示す。全ファイルアクセス数2,218,017に対して75,846となり約3.4%は携帯端末からのアクセスであることがわかる。また、携帯端末の中でもスマートフォンに分類される端末が約半分を占めた。なお、携帯電話からアクセスとしてカウントしたUser Agentに関しては、国内3大キャリアが公開している情報[9, 10, 11]を利用した。

EQプロジェクトではWIDEプロジェクトに参加する大学の学生ボランティアによって、様々な言語への翻訳を行っ

た。その結果、参照されたデータの言語別総アクセス数を図4.6に示す。

約52.5%は日本語ファイルへのアクセスとなり、次いで英語26.5%、中国語と韓国語が9.8%となった。図4.4の国内アクセス数が大多数を占めるグラフと照らし合わせると、国内からの外国語ファイルへのアクセスが相当数あったことが伺える。したがって翻訳の効果は国外在住者、国外メディアへの情報公開と同時に、国内在住の外国人に対する情報提供としての役割を果たしていた事が伺える。

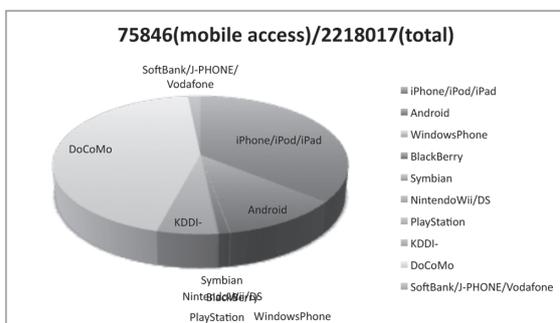


図4.5 HTTP User Agentの分布

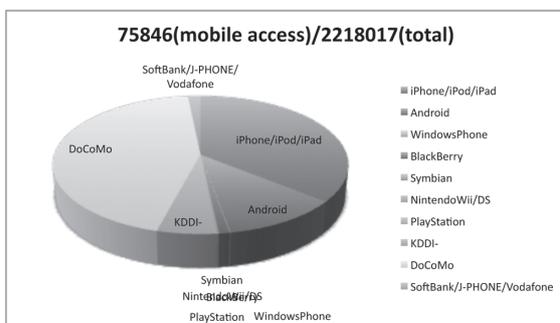


図4.6 参照されたファイルの言語の分布

4.5 EQプロジェクト運用に関する議論

EQプロジェクトの問題点として、多大なマンパワーと評価困難なエンジニアの信頼関係によって運用された側面がある。これらの問題点を整理し、EQプロジェクトの運用から得られた知見を基にした災害時の情報流通基盤作りへの議論と提案を行う。

4.5.1 EQプロジェクト運用における問題点

EQプロジェクトは参加者の性善説を前提にした運用を

行った。例えば、各Organizerグループで配信されている情報は同期され、途中で改ざんが無いことを前提にした運用になっている。したがってミラーを要請した文部科学省からは、現在全てのサービスが正しく動作しているかを検証する方法がなかった。

公開データに関しては、文部科学省より提供される定期的な放射線量モニタリングデータなど、センサーの読み取った数値を手描きした書類をスキャンしたPDFを流通させ、都度ファイル名によってデータの日時を管理していた。そのため、ファイル単位での正しい公開場所、ファイル名などMaster Distributerへの負担が非常に大きなものとなっていた。

蓄積データを利用した可視化情報も同時に提供されたが、それが何時どこでどのセンサによって採取されたデータなのか、並びにそのデータへのアクセス方法は公開されなかった。そのため、データの二次利用者に対するアクセシビリティが悪い上、動的な可視化アプリケーションの作成などが非常に困難な状態だった。さらに、一度公開したデータに誤りがあった場合に、そのデータを参照した可視化アプリケーションの作成者等、データの二次利用者に対して通知する術もなかった。

公開コンテンツの多言語化では、主に大学の留学生が母国語へ翻訳するボランティア活動によって成り立っていた。文部科学省が必要な言語の種別を定義していた訳ではない。

4.5.2 提供情報の整理と適切な技術選択

4.4節で示したとおり、大規模な災害とそれに伴う二次被害は国際的にも大きな注目を集め、様々な閲覧環境や国からのアクセス、様々な言語の需要を想定する必要がある。具体的な対策としては、十分な回線帯域や閲覧環境が期待できないモバイル環境のユーザに対する配慮、多言語化、視覚障害者に対する配慮、適切な情報への誘導が必要とされる。

4.5.3 定期的な災害訓練

自然災害とそれに伴う被害の予測は困難である。そして文部科学省をはじめ政府公開情報へのアクセス数も図4.4から分かる通り、予め予想するのは困難である。したがっ

て、安定した情報流通基盤を予め準備するには、地理的に分散し容易にスケールアップ可能なシステムの構築と維持が必要となり、非常にコストがかかる。そこで今回EQプロジェクトで行ったような、大学や民間企業の持つコンピューティングリソースを一時的に借り上げる枠組みと実際の運用方法を策定し、定期的に訓練を行うことで莫大なコストをかけず迅速に難局へ対応可能である。特にICT技術の変遷によって提供サービスに対する適切な手法は移り変わるため、定期的な実施にも意義がある。

4.5.4 加工が容易なデータセットの提供

今回EQプロジェクトが取り扱ったデータには、センサー情報などをはじめとした時間、場所によるメタ情報が大きな意味合いを持つものがあつた。一方でこれらの情報をもとに、分析結果のグラフ化や地図上へのデータマッピングなど、可視化を行う第三者が多く見受けられた。そのため、公開情報のデータベース化、メタデータ付加を行うことで、第三者が必要なデータを検索や抽出を容易にするバックエンドが必要である。

公開情報のデータベース化によってデータセットへのインターフェースが明らかになることで、SaaS環境の利用が容易になる。その結果、可視化アプリケーションは動的になり、同期とスケールアップが容易になると同時に、データの提供元が検証できる仕組みが適用し易くなる。

4.6 おわりに

EQの運用は、限られた時間と限られたリソースの中で実施した方法であり、必ずしも長期的に最適な手法であつたわけではない。これらの手法の評価は困難であり、実際にはいくつかの問題点があつた。しかし、文部科学省が提供する政府公式情報の配布はアクセス数に対して十分なリソースを提供でき、実際に限られた期間の要求に答え、一定の効果をあげた。

EQプロジェクトは、その活動を終了するにあたり、今回の経験を通して直面した課題をコメントとしてまとめ、今後の情報発信のあり方の一助となることを期待して、文部科学省に提出した(4.8 付録B)。

今後、政府公式情報の提供方法として文部科学省をはじめ

め、各省庁がどのようなICTインフラを構築し、どの程度のアクセスに対して、どの程度の予算規模で対応するのかを議論する必要がある。また、技術的な側面として、センサーデータの配布とそのデータ配布元の検証、アプリケーションからデータを参照する際の方法など、議論すべきことは多い。今回の活動を皮切りに、これらの事柄がよく議論され一つずつ解決される事を期待する。

4.7 付録A:協力組織一覧

- WIDEクラスタ- <http://eq.wide.ad.jp>
 - WIDEプロジェクト
 - アクセリア株式会社
 - 株式会社ブロードバンドタワー
 - 株式会社ケイ・オプティコム
- さくらクラスタ- <http://eq.sakura.ne.jp>
 - さくらインターネット株式会社
 - 日本マイクロソフト株式会社
 - アマゾンデータサービスジャパン株式会社
 - 日本IBM株式会社
 - エヌ・ティ・ティ・スマートコネクスト株式会社
- Yahooクラスタ- <http://eq.yahoo.ne.jp>
 - ヤフー株式会社
- 翻訳の学生ボランティア
 - 慶應義塾大学(英語、ポルトガル語、ベトナム語)
 - 東京大学(朝鮮語)
 - SOI Asia Partner - Universiti Sains Malaysia(中国語)
 - SOI Asia partner - Prince of Songkhla University, Thailand(タイ語)
 - SOI Asia partner - Bangladesh University of Engineering and Technology (ベンガル語)
 - SOI Asia partner - Brawijaya University, Indonesia (インドネシア語)

4.8 付録B:文部科学省へのコメント

- 情報提供のグラウンドデザイン
まず情報提供は、携帯中心の緊急的アクセス用と、調査を目的としたPC中心の定常時アクセス用とで、明らかに提供方法に対するニーズが異なります。それらを分

けて、ニーズにあう提供方法の計画、およびサービス体制を検討していく必要があると思います。

- モバイル環境への配慮

緊急時には、携帯電話からのアクセスの多さが目立ちました。常に必要な情報にアクセスできるようなピンポイントで軽い情報提供が求められると思います。報告データをかたまりで見せるのではなく、常にwatchしたい情報などに直接アクセスできるような、ユーザーごとのアクセスをカスタマイズできるような提供方法を検討することで、負荷分散にもなるかと思っています。

- 英語および多言語対応

緊急時には、英語情報へのアクセスが非常に高かったです。外国語の情報提供の開始に少々時間がかかっていましたが、特に緊急時は、その遅れがパニックを引き起こしているケースもありましたので、定常書類のバイリンガル化を進める必要があると思います。

- 緊急時の負荷分散

サーバー過負荷による問題は、いくつかの商用サービスも出ておりますが、常にmax状態に備えておくのは、コストもかかることだと思います。サーバの地域分散、サーバーの冗長、情報ソースの配布などを含め、大学や民間との連携を構築し、緊急時の避難訓練を定期的に行っておくことでお互いの強みをいかし、莫大なコストをかけずに、難局を乗り切ることができるのではないかと思います。

- ファイルのIDとバージョン管理

今後も何らかのかたちでファイルによる情報リリースをしていく場合には、ファイルごとに、ユニークなIDとバージョンがあかる情報をファイルの中にわかるようにつけるべきだと思います。拡散後のデータ管理、参照、検証が、使う側も、管理する側も、正しい情報を使っているかなどの確認等正確に行えるようになると思います。

- 加工可能なデジタルデータ

様々に情報を利用したサービスの自律的な発展のため、ぜひ加工可能な形式での提供を強く推奨します。

- 柔軟なデータ検索を可能にする情報保存

記録として情報を研究目的や調査目的に利用するフェーズにそなえ、いままでのデータを整理し、日付、時間、場所、などで柔軟に検索し引き出せるシステムを今構築すべきだと思います。

- 可視化した情報提供

一般ユーザーに向けての情報は、なるべく可視化したものも共に提供すべきだと思います。例えば、Google Earth, GoogleMapなどをSaaSを利用した提供形式が望ましいと思います。

- 予測の公開について

SPEEDIなどを活用した今後の放射線拡散予測の定常的な公開を望むという声も多く聞かれました。情報利用者の要求を受け取りそれに答える仕組みが必要。

第5章 Scanning the Earth Project

植原 啓介

5.1 はじめに

2011年3月11日の東日本大震災による福島第一原発の事故のあと、急速に放射線に関する世の中の関心が高まった。放射線は目に見えず、においも無く、人間の持つ感覚だけではその存在を知ることは出来ない。このため、多くの人が放射線量計を購入し、また政府や研究機関がモニタリングポストを設置して、その観測を行うようになった。

そもそも、昔は「計測」という作業は政府などの公共機関が担うものであった。多くの場合、計測器は高価であり、その取扱いも難しいものであったためである。気象業務法は1952年に制定されているが、計測に用いる機器や方法を法令によって詳細に定めることとしており、国民が生活する環境を可能な限り正確に計測をしようという姿勢が見て取れる。

一方で、現在では「計測」が人々の生活の中に浸透している。エアコンには当然のように気温センサーがついており、室内温度を一定に保っている。多くの家庭には体重計があり、日常の健康管理に活用されているだろう。これらは、公の計測とは異なるが、現在にあっては、ある程度正確な値を観測することが可能である。

このように、「計測」は現在、2局化している。あるしきい値を超えると自動的に緊急事態が発動されるような信頼

性が不可欠な計測やMRIなどの専門的な機器や知識が必要な計測は政府等の公の機関、あるいは医療機関等の専門機関によって実施されている。一方で、体温計などの安価な機器を用いた日常生活に必要な計測は個人によって行われており、殆どの場合個人によって活用されている。

しかし、現在、人々はインターネットの普及によって、個人によって個人のために取得していた計測データを共有する手段を手に入れた。これは、2局化していた計測を更に組み合わせる新しいプラットフォームを作ることができる可能性を示唆している。Scanning the Earth Projectでは、このような考え方を基に、インターネットを活用した生活環境のデジタルデータ化を目指す。

現在、Scanning the Earth Projectは、Safecast[12]と協力をして環境放射線の計測を進めている。

5.2 プロジェクトの目的

Scanning the Earth Projectは、放射線量をはじめとする地球環境情報を提供するプロジェクトである。本研究プロジェクトでは、人間が生活する空間を固定センサーや移動センサーでセンシングし、情報通信技術を使ってデータを共有するセンサープラットフォームを構築する。また、網羅的に時空間の情報を提供する為のデータ補間技術や空間可視化手法を開発する。具体的には、放射線量計測機器を含むセンサーを設置して定点観測を行うとともに、自動車などを利用した測定方法も追求し、持続可能な放射情報のプラットフォーム作りを推進する。センシングした情報はインターネットを介してサーバに蓄積し、Web APIを通じて一般に公開する。また同時に、センサー情報の時空間解析技術を開発し、可視化してポータルサイトで情報を広く提供する。

本研究は大きく下記のような研究分野を含んでいる。

- a. ネットワークセンシングデバイスの開発
放射線量や気象情報などを計測するネットワークセンシングデバイスの開発。地上の様々な情報を収集する為のデータ辞書を規定すると同時に、デバイス認証の仕組みを開発する。また、デバイスが使用する通信プロトコルの標準化を推進する。
- b. センサーネットワーク技術の開発

センサーで計測したデータを収集するためのネットワーク技術の開発。移動センサーで使われるDTN型のセンシングデータ収集プロトコルや、サーバ間連携のためのプロトコルを開発し、標準化を推進する。

- c. 空間解析手法の開発
固定センサーや移動センサーを敷設するのにも限界がある。そこで空間を網羅するために、情報毎の特徴をふまえた上で計測点の間の情報を補間する技術を開発する。また、それらの情報を広く提供する為のAPIについて検討する。
- d. 可視化技術の開発
センシングしたデータを人間が活用する為にはわかりやすい可視化が不可欠です。また、センシングされた情報は0次元的に可視化されるべきもの、1次元的に可視化されるべきもの、2次元的に可視化されるべきもの、3次元的に可視化されるべきものなど様々である。本プロジェクトでは、それぞれの特徴に応じた空間可視化手法を考案する。

5.3 固定センサー

現在、Scanning the Earth Projectでは、固定センサーを用いた放射線計測を進めている。2012年1月29日現在、約150カ所において放射線計測を行っている。本章では、この計測システムについて説明する。

5.3.1 システム概要

固定センサーを用いた放射線計測システムの全体像を図5.1に示す。図に示すように、センサーユニットによって計測されたデータはインターネットを経由して3つのサーバに送信される。

5.3.2 センサーユニット

図5.1に示したようにセンサーユニットは大きく3つのブロックから構成されている。ガイガーカウンター、組み込み計算機、Ethernet-WiFiコンバータである。ガイガーカウンターには、校正済みの機器を用い、組み込み計算機によって放射線を検知した際に出力されるパルスを計測している。組み込み計算機は、ガイガーカウンターによって出力されたパルスを計数し、1分間毎に集計をしてサーバに送信する。センサーユニットの写真を図5.2に示す。

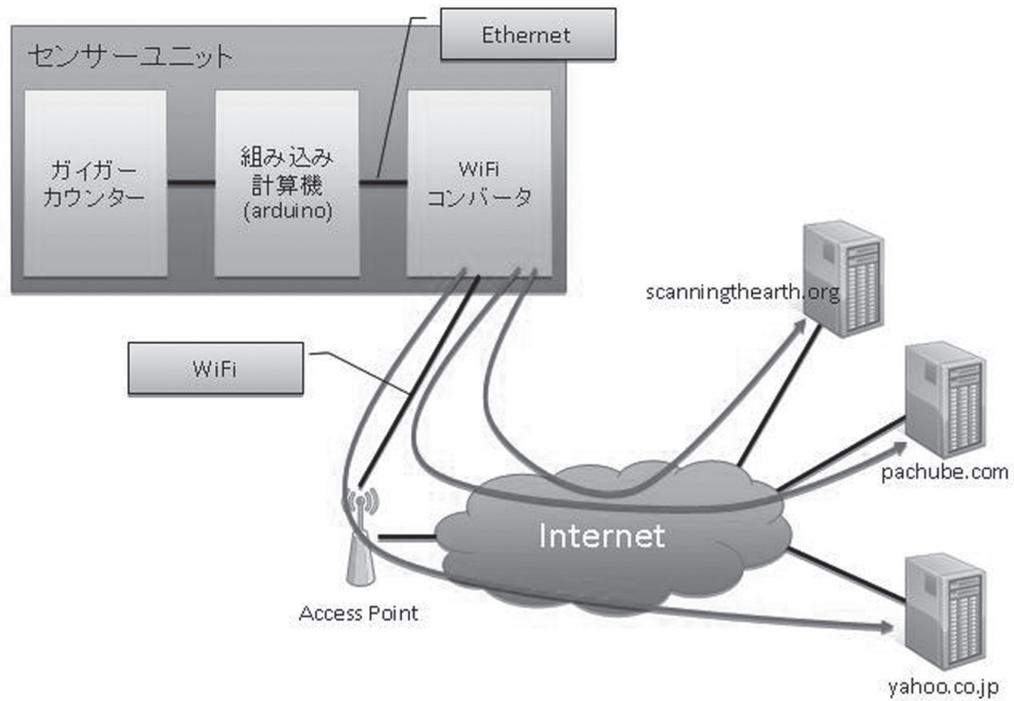


図5.1 固定センサーを用いた放射線計測システム



図5.2 センサーユニット

5.3.3 通信プロトコル

センサーユニットと各サーバ間の通信プロトコルは、現在のところそれぞれ独自のプロトコルを用いている。

pachube.comはセンサーデータを共有・蓄積するためのサービスサイトであり、その通信仕様はHTTPベースの独自のものを採用している[13]。本システムにおいては、

POSTメソッドを用いてCSVでデータを1分毎に送信している。メタデータはセンサーユニットを設置した際に手動で入力している。

scanningtheearth.org及びyahoo.co.jpにおいては、pachubeのAPIを多少変更したプロトコルを用いている。POSTメソッドを使ってCSVでデータを送信しているところは同じであるが、認証方式が異なる。

送信しているデータは共通のCSVデータである。センサーユニットからはCPM (Count Per Minute)データと $\mu\text{Sv/h}$ の2つのデータを図5.3のようなCSVで送信している。この例では、0番目のデータがCPMで31cpmを、1番目のデータが $\mu\text{Sv/h}$ で $0.100\mu\text{Sv/h}$ であることを示している。

```
0, 31
1, 0.100
```

図5.3 センサーユニットが送信するCSVデータ

5.4 移動センサー

固定型のセンサーは、ある場所の環境を時系列データとして計測することには向いているが、空間を網羅的に計測することは出来ない。そこで、車載型の計測器を用いて、空間線量を計測している。図5.4に車載型の線量計の写真を示す。



図5.4 車載型の放射線計測装置

車載型の放射線計測装置では、GPSとSDカードを搭載しており、ガイガーカウンターから取得したパルスを5秒毎に集計し、位置情報と共にSDカードに蓄積している。また、最新のものでは電源は電池により供給されており、約8時間の動作が可能である。

取得したデータは、PCを使ってSDカードから読み出し、MailによってSafecastのボランティアに送られている。ボランティアは送られてきたデータをチェックし、クレンジング処理を施した後に、Webページにおいて公開している。

5.5 高性能センサー

本プロジェクトでは、固定センサー及び移動センサーに加えて、高性能センサーを用いた計測も適宜実施している。

図5.5に示したのは南相馬市におけるBNC社のSAM940を使用した計測の様子と、その測定データを使った空間補間結果である。使用したSAM940は2inch×2inchのNaIシンチレータを使用しており、非常に感度の良い計測器である。この計測では、軽トラックやバギー（写真左下）に



図5.5 高性能センサーを用いた計測

SAM940を搭載し、1秒毎にデータを収集した。SAM940の設置位置は地上1mになるように調整してある。また、空間補間アルゴリズムを用いることによって収集結果を補間し、地図を作製した。

5.6 今後の活動予定

現在、主に固定点計測および移動計測によってデータを収集している。しかし、これらのデータの統合は行われていない。今後、データが増加するに従ってデータベース等を整備する必要がある、空間を解析するための大量のデータを蓄積する手法について検討する必要がある。

また、移動計測においてはSDカードから人手によってデータを取り出している。今後、DTNの様な仕組みの構築が期待される。

計測における位置情報取得も課題である。被災地は山間部が多く、山林等、木々によってGPSの捕捉が難しい場所が多い。ジャイロ等を組み合わせた位置取得手法の導入も課題である。

また、現在は放射線のカウント数のみを使ってデータを作成している。しかし、計測器によっては放射線のスペクトルを計測できるものもあり、これを用いることによって核種分析が可能である。このようなスペクトルの広がりを持ったデータの蓄積、処理方法についても検討していく必要がある。

5.7 まとめ

Scanning the Earth Projectでは、現在、放射線を計測するためのセンサーネットワークを構築している。計測には、固定センサー、車載センサー、高性能センサー等を用いている。それぞれのセンサーは、性能もまちまちであり、またデータの性質(時系列データ、空間的広がり等)もまちまちである。市民が計測する様なデータは、これらの質を一定に保つことは難しい。今後、市民が計測したデータを共有し、有用なデータとして生活に活用していくためには、計測データの収集方法、分析方法などについて深く検討していく必要がある。